

# TECHNICKÁ UVERZITA V LIBERCI

## Fakulta strojní

Studijní program B 2341 – Strojírenství

Materiály a technologie  
zaměření tváření kovů a plastů

Katedra strojírenské technologie  
Oddělení tváření kovů a plastů

## Vstřikovací forma pro lis Babyplast

## Injection mould for Babyplast injection moulding machine

Anita Smolíková

**KSP – TP –**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Aleš Ausperger, Ph.D. – *TU v Liberci*

Konzultant bakalářské práce: Karel Novák – *Loreta s.r.o., Nová Paka*

### Rozsah práce a příloh:

Počet stran	55
Počet tabulek	3
Počet příloh	2
Počet obrázků	47

**Datum:** 25. 5. 2012



## ANOTACE

### TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI Fakulta strojní

#### Katedra strojírenské technologie Oddělení tváření kovů a plastů

Studijní program: B2341 – Strojírenství  
Student: Anita Smolíková  
Téma práce: Vstřikovací forma pro lis Babyplast  
Injection mould for Babyplast injection moulding machine  
Číslo BP: KSP – TP -  
Vedoucí BP: Ing. Aleš Ausperger, Ph.D. – *TU v Liberci*  
Konzultant BP: Karel Novák – *Loreta s.r.o., Nová Paka*

#### **Abstrakt:**

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi při vstřikování malých plastových dílů. V teoretické části je uveden přehled společně se základními informacemi klasických a miniaturních vstřikovacích strojů vhodných pro výrobu malých výlisků. Dále je zde podrobněji popsán miniaturní vstřikovací stroj Babyplast. Práce obsahuje obecné zásady a požadavky při konstrukci vstřikovací formy.

Praktická část je zaměřena na konstrukci vstřikovací formy určené na lis Babyplast. Jsou zde uvedeny jednotlivé části formy včetně jejich důležitých konstrukčních prvků. Vyhodnocením práce je porovnání klasické formy a formy na lis Babyplast z hlediska pracnosti výroby, vlastností i ceny.

**Klíčová slova:** vstřikovací stroj, konstrukce, vstřikovací forma, výlisky, desky

#### **Abstract:**

This thesis deals with the possibilities in injection of small plastic parts. Theoretical part mentions summary with basic information about classical and miniature injection moulding machines suitable for production of small parts. Then there is given more detailed description of Babyplast miniature injection moulding machine. This thesis contains general principles and requirements in the construction of injection moulds.

Practical part is focused on the design of injection mould for Babyplast machine. There are particular parts of mould inclusive of their important design elements. The evaluation of this work is a comparison of standard mould and mould for Babyplast injection machine in terms of labour intensity of production, attributes and price.

**Keywords:** injection moulding machine, design, injection mould, moulded parts, plates

**Místopřísežné prohlášení:**

Místopřísežně prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci, 25. 5. 2012

.....

Anita Smolíková

### **Poděkování:**

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Aleši Auspergerovi, Ph.D. za poskytnuté rady a čas, který mi věnoval při vypracování této práce.

Rovněž děkuji vedení firmy Loreta s. r. o. za umožnění absolvování odborné praxe a poskytnutí potřebných informací pro moji bakalářskou práci.

## Obsah

<b>Seznam použitých zkratk a symbolů.....</b>	<b>8</b>
<b>1 Úvod.....</b>	<b>10</b>
<b>2 Teoretická část.....</b>	<b>11</b>
2.1 Vstřikovací stroje .....	11
2.1.1 Vstřikovací jednotka .....	11
2.1.2 Šnekový vstřikovací stroj.....	11
2.1.3 Pístový vstřikovací stroj.....	12
2.1.4 Uzavírací jednotka.....	13
2.2 Přehled vstřikovacích strojů na výrobu malých dílů .....	13
2.2.1 Klasické vstřikovací lisy .....	14
2.2.2 Miniaturní vstřikovací lisy .....	16
2.3 Vstřikovací lis Babyplast .....	20
2.3.1 Historie lisu Babyplast.....	20
2.3.2 Uplatnění lisu Babyplast.....	21
2.3.3 Výhody lisu Babyplast .....	21
2.3.4 Horizontální vstřikovací lis Babyplast 6/10 P .....	23
2.3.5 Vertikální vstřikovací lis Babyplast 6/10 VP.....	27
2.3.6 Technické parametry lisu Babyplast 6/10 P a 6/10 VP.....	29
2.4 Zásady konstrukce vstřikovací formy .....	30
2.4.1 Vtokový systém .....	30
2.4.2 Vyhazování výlisků .....	30
2.4.3 Temperování formy .....	31
2.4.4 Odvzdušnění formy .....	31
<b>3 Experimentální část.....</b>	<b>32</b>
3.1 Vstřikovací forma na lis Babyplast .....	32
3.1.1 Složení formy .....	32
3.1.2 Porovnání částí forem .....	32
3.1.3 Základní rozměry vstřikovací formy na lis Babyplast.....	34

3.1.4	Jednotlivé části vstřikovací formy na lis Babyplast .....	34
3.1.5	Sestava vstřikovací formy na lis Babyplast .....	45
<b>4</b>	<b>Vyhodnocení .....</b>	<b>47</b>
4.1	Nabídková cena vstřikovací formy .....	47
4.2	Klasická vstřikovací forma a forma na lis Babyplast .....	47
4.3	Cena výlisku .....	50
<b>5</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>52</b>
<b>6</b>	<b>Seznam použité literatury a zdrojů.....</b>	<b>53</b>
<b>7</b>	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>55</b>

## Seznam použitých zkratek a symbolů

apod.	a podobně
atd.	a tak dále
CAD	Computer Aided Design (Počítačem podpořený návrh)
cca	cirka (přibližně)
$C_{\text{celk}}$	celková cena jednoho výlisku
$C_{\text{gran}}$	cena granulátu [Kč/kg]
$\text{cm}^3$	centimetr krychlový
$C_{\text{mat}}$	cena za materiál na výlisek [Kč]
dB	decibel
g	gram
hod	hodina
Kč	koruna česká
kg	kilogram
kN	kilonewton
kW	kilowatt
l	litr
LCD	Liquid Crystal Display (Displej z tekutých krystalů)
m	metr
$\text{m}^2$	metr čtverečný
max.	maximálně
$m_{\text{dil}}$	čistá hmotnost jednoho dílu [g]
mg	miligram
mm	milimetr
$\text{mm}^3$	milimetr krychlový
MPa	megapascal
$m_{\text{vstř}}$	hmotnost vstřiku [g]
$m_{\text{vtok}}$	předpokládaná hmotnost vtokové soustavy [g]
n	násobnost
nástr.	nástrojařská
$N_{\text{stroj}}$	náklady stroje [Kč/hod]
Obr.	obrázek
pH	power of Hydrogen (koncentrace vodíkových iontů v roztoku)



Pozn.	poznámka
s	sekunda
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
$t_c$	doba vstřikovacího cyklu [s]
tzv.	takzvaný
V	volt
W	watt
ZN	zpracovací náklady [Kč]
€	euro
Ø	průměr
°	úhlový stupeň (rovinný)
%	procento

# 1 Úvod

Způsob vstřikování je jedním z nejrozšířenějších výrobních technologií na tváření plastů, zejména termoplastů. Výrobky zhotovené vstřikováním nacházejí uplatnění v mnoha oblastech, protože jsou charakterizovány velmi dobrou rozměrovou i tvarovou přesností. Jejich tvary mohou být jednoduché i značně složitější. Vyrábějí se díly s hmotností od zlomků gramu až po několik desítek kilogramů. A proto dochází v poslední době k jejich značnému rozvoji.

Základními myšlenkami celé práce jsou výroba malého plastového dílu, a jaké možnosti má zákazník při jeho zhotovení. V dnešní době je trhu řada vstřikovacích strojů, které umožňují vstřikování malého objemu taveniny. Na výrobu drobných výlisků mohou být použity dva typy vstřikovacích strojů. Buď se mohou vstřikovat na klasických lisech, nebo na miniaturních. S tím souvisí i velikost používané vstřikovací formy.

Podklady pro vypracování této práce byly získány během odborné praxe ve firmě **Loreta s.r.o. Nová Paka**, která se zabývá konstrukcí vstřikovacích forem a lisováním plastových výrobků.

## **2 Teoretická část**

### **2.1 Vstřikovací stroje**

Vstřikování plastů se jako výrobní obor začalo rozvíjet v období po první světové válce. První komerční pístový ruční vertikální vstřikovací stroj byl vyvinut v Německu v roce 1921. Okolo roku 1950 byl postaven vstřikovací stroj se šnekovou plastifikací. [1]

Hlavní části, z kterých je vstřikovacího stroj sestaven, jsou vstřikovací jednotka, uzavírací jednotka, řízení a regulace.

Během let se vyvinuly různé konstrukce vstřikovacích strojů, ale jejich základní princip se nezměnil. Stroj je jedním z hlavních činitelů výroby plastových dílů. Výrobci těchto strojů se snaží o nejlepší provedení, kvalitu vstřikování, stálost a opakovatelnost parametrů, plnou automatizaci i jejich cenu.

#### **2.1.1 Vstřikovací jednotka**

Nejdůležitější částí vstřikovací jednotky stroje je tavící komora. Úkolem tavící komory je převést do plastického stavu v co nejkratší době co největší množství hmoty a zajistit maximální teplotní homogenitu taveniny. Přitom nesmí dojít k jejímu poškození. Pohyb plastu v komoře je u pístových strojů zajišťován pístem, u šnekových šnekem. [2]

#### **2.1.2 Šnekový vstřikovací stroj**

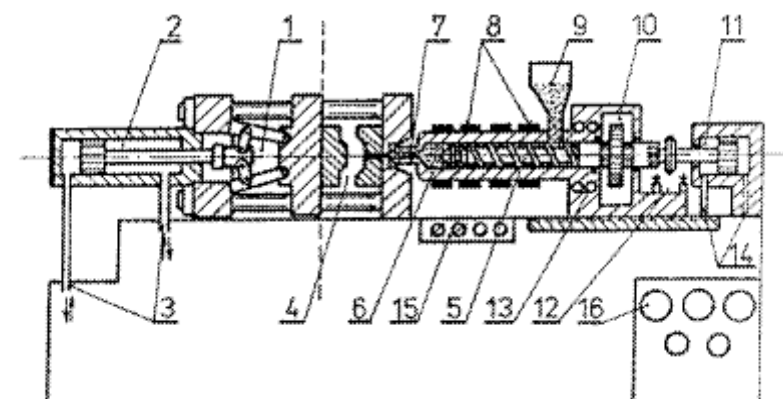
První šnekové vstřikovací stroje (*Obr. 2.1*) vznikly jednoduchým spojením tavící komory se šnekem, kde probíhala plastifikace a komory s pístem, která plnila funkci zásobníku roztavené hmoty. Odtud byla tavenina do formy vstřikována pístem. [2]

Při plastifikaci se šnek otáčí, v hrdle násypky nabírá granulát plastu, který stlačuje a dopravuje ho do vytápěných částí tavící komory. Zde granulát taje, jako tavenina se hromadí před čelo šneku. Šnek během otáčení ustupuje dozadu. Po plastifikaci potřebného množství materiálu se šnek zastaví. Následným pohybem vpřed vstřikuje taveninu do dutiny formy.

Hlavní předností šnekových strojů proti pístovým je větší plastifikační výkon a velmi dobrá teplotní homogenita roztaveného plastu. Ten se

v komoře zdrží jen krátkou dobu, a proto je možné pracovat s vyšší teplotou taveniny. Tím se dosahuje lepší tekutosti hmoty, což umožňuje práci s nižšími vstřikovacími tlaky. [2]

V tavící komoře šnekových strojů nejsou žádná místa, kde by se mohla roztavená hmota zachycovat, proto její čištění při změně druhu vstřikovaného plastu je snadné a rychlé. Protože plastifikace nové dávky plastu probíhá současně s chlazením vylisku ve formě z předchozího vstříknutí, výrobní cyklus se zkrátí.



1 - kloubový uzavírací mechanismus, 2 - hydraulický válec s pístem, ovládající kloubový mechanismus, 3 - přívod a odvod kapaliny od čerpadla, 4 - vstřikovací forma, 5 - šnek, 6 - tavící komora, 7 - tryska tavící komory, 8 - odporové topení, 9 - násypka, 10 - hydraulický motor, 11 - hydraulický válec s pístem pro axiální pohyb šneku, 12 - koncové spínače, 13 - chladič kanály, 14 - přívod hydraulické kapaliny, 15 - ovládací panel, 16 - regulace hydraulického systému stroje

Obr. 2.1 Schéma šnekového vstřikovacího stroje

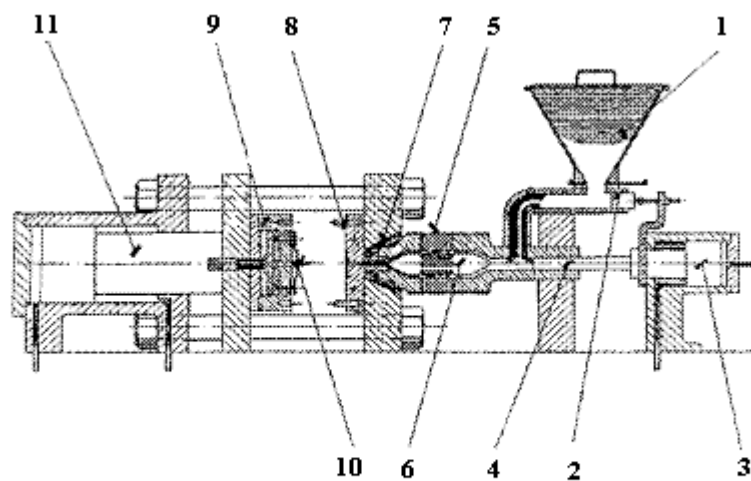
### 2.1.3 Pístový vstřikovací stroj

Pístové vstřikovací stroje (Obr. 2.2) se vyznačují jednoduchou konstrukcí, a tedy i menšími náklady na jejich výrobu.

Princip funkce spočívá v tom, že v hrdle ústí materiálové násypky se pohybuje pomocný dávkovací píst. Jeho pohyb je spojen s pohybem hlavního vstřikovacího pístu. Při současném pohybu obou pístů dopředu sune dávkovací píst před sebou granulát, který samospádem napadá před hlavní píst. Ten ho stlačuje, přesune do vytápěných částí tavící komory. Zde plast taje a dalším pohybem pístu vpřed je tavenina vstříknuta vtokovým kanálem do tvarové dutiny formy. Množství dávkovaného plastu se řídí nastavením zdvihu dávkovacího pístu.

U klasických pístových strojů je největším problémem dosažení potřebné teplotní homogenity roztaveného plastu, protože mísení je velmi

omezené i přes různá konstrukční zlepšení tavicí komory. Teplotní nehomogenita taveniny má vliv na mechanické a fyzikální vlastnosti výlisků.



1 - násypka, 2 - dávkovací píst, 3 - hydraulický válec, 4 - vstřikovací píst, 5 - tavicí komora, 6 - torpédo, 7 - tryska tavicí komory, 8 - pevná část formy, 9 - pohyblivá část formy, 10 - výstřik, 11 - hydraulický závěr

Obr. 2.2 Schéma pístového vstřikovacího stroje

#### 2.1.4 Uzavírací jednotka

Uzavírací jednotka stroje ovládá pohyb vstřikovací formy, její zavření, otevření a případné vyhození výlisků podle procesu vstřikování. Zajišťuje uzavření formy takovou silou, aby se při vstříknutí materiálu do dutiny neotevřela. Velikost uzavírací síly je nastavitelná a je jedním z hlavních parametrů stroje.

Vstřikovací stroje používají různé uzavírací systémy, např. hydraulické, mechanické a elektrické.

### 2.2 Přehled vstřikovacích strojů na výrobu malých dílů

V současné době je na trhu široké množství firem, které se zabývají výrobou vstřikovacích strojů. Vyrábějí se různé typy a velikosti.

V následujícím textu je uveden přehled vstřikovacích lisů od evropských výrobců, kteří uvádějí množství vstřikovaného plastu do 15 gramů. Jsou rozděleny do dvou kategorií – klasické vstřikovací lisy a miniaturní vstřikovací stroje.

### 2.2.1 Klasické vstřikovací lisy

#### Allrounder S – Arburg (Německo)

Hydraulické stroje řady Allrounder S (Obr. 2.3) jsou vstřikovací lisy pro různé aplikace. Nabízejí široké možnosti kombinací velikosti uzavíracích sil, vstřikovacích jednotek a vzdáleností mezi vodícími sloupky lisu.

Vstřikovací jednotky jsou flexibilní s různými průměry šneku a dají se vyklopit na stranu obsluhy (za účelem snadné demontáže, čištění šneku, výměna modulů válců). Charakteristickým znakem je samostatný uzavřený obvod procesu vstřikování s regulovanou rychlostí vstřiku.

Na výrobu malých dílů je vhodný model s uzavírací silou 125 - 180 kN, vzdáleností mezi vodícími sloupky 170 x 170 mm, vstřikovací jednotkou 30 (podle EUROMAP) a hmotností vstřikovací dávky 9,5 – 14 gramů.



Obr. 2.3 Vstřikovací stroj řady Allrounders S

#### HM 35/60 – Battenfeld (Rakousko)

Klasický hydraulický vstřikovací stroj s označením HM 35/60 (Obr. 2.4) nabízí širokou škálu uplatnění.

Přesný axiální pohyb vstřikovací jednotky je zajištěn díky lineárnímu vedení. Vysoký poměr délky ku průměru šneku 20:1 zaručuje vynikající homogenitu taveniny.

Technické parametry stroje jsou uzavírací síla 350 kN, vzdálenost mezi vodícími sloupky 320 x 270 mm a jeho rozměry 3 x 1,3 x 1,9 m (délka x šířka x výška), hmotnost 2500 kg.

Vstřikovací forma musí splňovat: minimální výška 195 mm, maximální hmotnost 400 kg a minimální rozměr upínacích desek 250 mm.

Vstřikovací jednotka s průměrem šneku 14 mm umožňuje vstřikovat objem až 13,9 cm<sup>3</sup>.



Obr. 2.4 Vstřikovací lis HM 35/60

### **SE 18 DUZ/ C30 - Sumitomo (SHI) Demag (Německo)**

Firma Demag vyrábí elektrické, hydraulické a hybridní vstřikovací stroje s širokým rozmezím uzavíracích sil i s variabilitou velikostí vstřikovacích jednotek. Stroje řady SE – DUZ (Obr. 2.5) jsou plně elektrické.

Vstřikovací jednotka je doplněna senzorem, který kontroluje optimální tok čela taveniny. Funkce senzoru spočívá, v tom že omezuje pohyb šneku při vstřiku. Díky tomu nastává vstřikování při nízkých tlacích uvnitř dutin, protože dochází k účinnému odvzdušnění při plnění. S tím souvisí i snížení uzavírací síly. Rychlost vstřikování má lineární profil.

Vstřikovací stroj uzavírá silou 170 kN, vzdálenost mezi vodícími sloupky je 260 x 235 mm a jeho rozměry jsou 2,4 x 0,76 x 1,5 m (délka x šířka x výška), hmotnost 1200 kg. Výška vstřikovací formy se může pohybovat mezi 130 – 250 mm.

Vstřikovací jednotka C 30 má čtyři různé průměry šneku (14 – 20 mm) a její vstřikovací kapacita je 6,2 -17 cm<sup>3</sup>.



Obr. 2.5 Vstřikovací stroj řady SE-DUZ

### 2.2.2 Miniaturní vstřikovací lisy

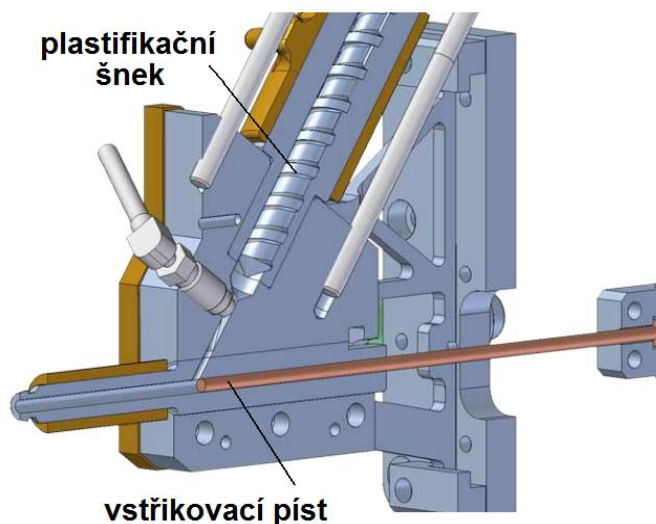
#### MicroPower 5 a MicroPower 15 – Battenfeld (Rakousko)

Stroje MicroPower (Obr. 2.7) jsou elektrické, konstrukčně jednoduché, velmi rychlé a přesné, miniaturní vstřikovací lisy.

Stroj nemá vodící sloupky, pouze jeden hlavní nosník, ke kterému je připojena pevná i pohyblivá část stroje.

Uzavírací jednotka je ovládána servomotorem a pětikloubovým mechanismem. MicroPower může být vybaven otočnou deskou, na které je připevněna druhá pohyblivá část formy. Toto řešení vyhazování výlisků z jedné části formy se současným vstřikováním dalších dílů je velice efektivní a zvyšuje produktivitu práce.

Vstřikovací jednotka (Obr. 2.6) pracuje ve dvou krocích. Nejprve je pomocí šneku granulát plastifikován, pak pístem vstříknut do formy.



Obr. 2.6 Vstřikovací jednotka stroje MicroPower

Lisy MicroPower se vyrábějí ve dvou uzavíracích variantách 50 kN a 150 kN. Rozměry obou provedení jsou 2,1 x 1 x 2,1 m (délka x šířka x výška), hmotnost 1350 kg.

Stroj má 3 různé velikosti vstřikovací jednotky a umožňuje vstřikovat množství taveniny 1,2 – 4 cm<sup>3</sup>. Průměr šneku je vždy 14 mm, ale mění se jeho délka. Průměr vstřikovacího pístu je 5 nebo 8 mm.

Na stroj MicroPower 5 se používá forma s výškou 100 – 220 mm, maximální váhou 50 kg a minimálním průměrem 120 mm.



Na druhý typ MicroPower 15 může být forma vyšší až 300 mm i těžší až 80 kg, základní minimální rozměr formy je stejný, tedy 120 mm.

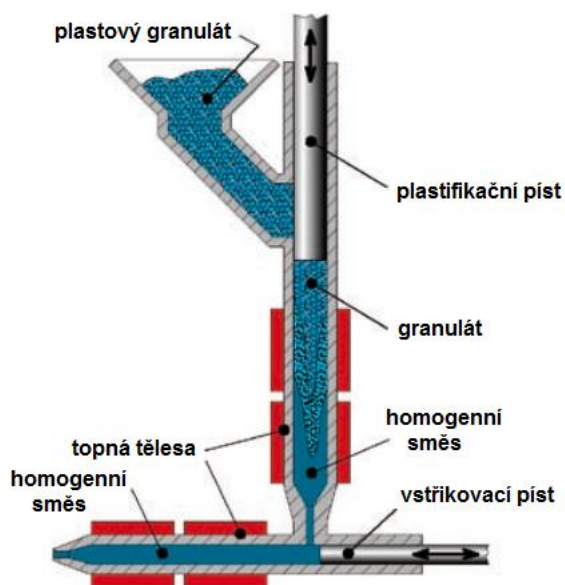


Obr. 2.7 Vstřikovací lis MicroPower

### FormicaPlast - DESMA TEC (Německo)

Firma DESMA TEC produkuje vstřikovací stroje FormicaPlast (Obr. 2.9) určené pro nejmenší hmotnosti vstřiků, a to 10 – 200 mg. Lis je plně elektrický.

Vstřikovací jednotka využívá dvou fázové pístové vstřikování (Obr. 2.8). Větší plastifikační píst dávkuje roztavený granulát před menší vstřikovací píst. Konstrukce vstřikovací jednotky umožňuje použití vyměnitelných trysek pro různé aplikace. Maximální vstřikovaná dávka se pohybuje okolo 150 mm<sup>3</sup>.



Obr. 2.8 Vstřikovací jednotka vstřikolisu FormicaPlast

Uzavírací síla stroje má velikost 10 kN a jeho rozměry jsou 1,7 x 0,5 x 2 m (délka x šířka x výška). Vyhazovací jednotka je řešena integrovaným pneumatickým systémem.

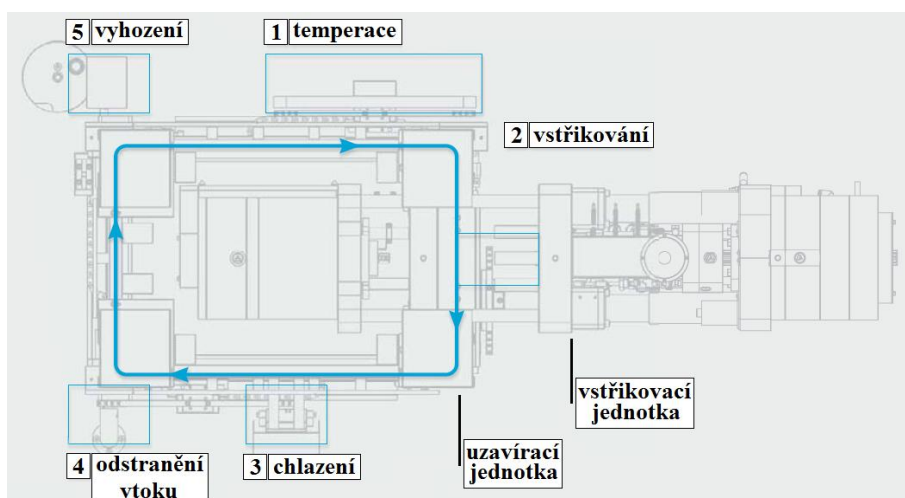
Konstrukce formy může být dvou i tří desková. Forma je složena z hlavního rámu, který je upnut na stroj, s vyměnitelnými částmi (vtoková vložka, tvarové části, vyhazovací desky, vyhazovací kolíky). Některé rozměry vstřikovací formy jsou přesně předepsané. Stanovené rozměry upínacích desek rámu formy jsou u pevné části 160 x 100 mm a pro pohyblivou část 130 x 100 mm. Maximální výška formy je do 135 mm.



Obr. 2.9 Vstřikovací stroj FormicaPlast

### Micro-män 50 - Männer (Německo)

Společnost Männer uvedl na trh plně elektrické stroje Micro-män (Obr. 2.11) určené na vstřikování malých a miniaturních dílů. Konstrukce stroje je originální. Charakteristickým prvkem ve stavbě lisu je „track-män“, jedná se o posuvný horizontální mechanismus po obvodu stroje (Obr. 2.10).



Obr. 2.10 Transportní systém "track-män"

Základní procesy vstřikování – zahřátí formy, vstřik, chlazení, vyhození dílů jsou prováděny postupně na různých místech. Po vstříknutí materiálu se forma otevře a polovina formy s vyliskem nezůstává jako obvykle v uzavírací jednotce, ale je dopravena pomocí transportního systému track-män do chladicí stanice. Pak následují další operace v jiných částech okruhu, jako jsou odstranění vtokového zbytku, vyhození plastových vylisků také s indukčním ohřevem.

Použitím většího počtu polovin formy, upnutých na posuvný horizontální mechanismus „track-män“, dochází ke zvýšení frekvence výroby a zkrácení výrobního času vylisků.

Vstřikovací jednotka je tvořena plastifikačním šnekem a vstřikovacím pístem. Hmotnost vstřikovaného plastu je 0,4 – 1,7 gramu.

Rozměry i parametry stroje jsou uzavírací síla 50 kN, rozměry upínacích desek stroje 200 x 200 mm, velikost lisu 2 x 1 x 2,1 m (délka x šířka x výška), hmotnost 1750 kg a minimální výška použitelné formy 90 mm.



Obr. 2.11 Vstřikovací lis Micro – män 50

### **Medika 50kN – Rondol (Velká Británie)**

Firma Rondol vyrábí plně elektrické a energeticky výhodné vstřikovací stroje s názvem Medika (Obr. 2.12). Tyto stroje, jak už označení napovídá, jsou vhodné pro výrobu malých medicínských komponentů v čistém prostředí a pro laboratorní účely.

Konstrukce lisu z nerezové oceli, která má veškeré snadno čistitelné povrchy a neobsahuje žádné toxické hydraulické oleje pro pohyby stroje. Tyto vlastnosti jsou příhodné právě pro vstřikování kusů používaných v lékařství.

Na rozdíl od jiných malých lisů na trhu vstřikovací jednotka používá pouze plastifikační šnek. Šnek byl vyvinut ke vstřikování malých objemů a k minimální době působení tepla na tepelně citlivé materiály při plastifikaci. Společnost Rondol nabízí různé profily šneků pro zpracování odlišných typů polymerů. Na lisy Medika mohou být použity i horké trysky.

Stroj má uzavírací sílu 50 kN, rozměry 1120 x 550 x 850 mm (délka x šířka x výška), hmotnost 125 kg a velikost upínacích desek 180 x 260 mm. Maximální výška formy může být 90 mm. Hmotnost vstřiku je do 5 gramů.

Pro výrobu větších plastových dílů Rondol nabízí i větší typ stroje Medika 120 kN.



Obr. 2.12 Vstřikovací stroj Medika 50kN

## **2.3 Vstřikovací lis Babyplast**

### **2.3.1 Historie lisu Babyplast**

První Babyplast byl sestaven v Barceloně společností Cronoplast, která se zabývá mikro-vstřikováním termoplastů. Původní myšlenka byla sestavit stroj na vývoj prototypů malých součástí. Brzy byl zrealizován první stroj s názvem Babyplast 6/6. Tato původní verze byla vůbec poprvé představena světu během výstavy K'92 v Düsseldorfu.

Dnes je Babyplast výsledkem zkušeností z tisíců aplikací v lékařských, elektronických a mikro-inženýrských oborech, z let výzkumu i vývoje v oblasti mikro-vstřikování. Stroj je ideální pro výrobu malých, mikroskopických částí od 0,01 do 15 gramů. Je vhodný pro zpracování všech termoplastických materiálů, keramiky nebo vosků. Jeho hlavní význam je v úspoře energií při vstřikování.

### 2.3.2 Uplatnění lisu Babyplast

Dosažené výsledky z celého světa společně s pokračujícím vývojem přispěly k tomu, aby se Babyplast stal ideálním řešením v oblasti vstřikování plastů.

Vzhledem k tomu se na lis Babyplast používají nízkorozpočtové formy je vhodný na zkoušení i testování forem než se rozhodne o výrobě konečné formy pro velkosériovou výrobu.

#### ***Babyplast má využití v široké oblasti:***

- výroba přesných dílů
- vývoj prototypů
- produkce malých i velkých sérií
- nepřetržitá výroba součástí z průmyslových polymerů
- laboratorní testy

### 2.3.3 Výhody lisu Babyplast

#### **Kvalita vyráběných dílů**

Jedním z hledisek kvalitního výrobku je rozměrová přesnost. Ta se snadno získává, protože formy na lisy Babyplast se vyrábějí s menším počtem tvarových dutin. Formy s nižším počtem dutin se snadněji plní tudíž jednotlivé výlisky jsou potom přesnější.

Kvalitních výlisků se také dosáhne díky rovnoměrnému chladnutí výrobků. Tvarové desky vstřikovací formy jsou malé a snadněji se zajistí jejich homogenní teplota.

Díky unikátní plastifikační komoře, která udržuje ve všech místech stejnou teplotu plastifikačního válce, kde se každé zrníčko plastu při jejím průchodu roztaví kontaktem o horký kov. Tím se docílí konstantní teplota taveniny. Výhodou plastifikační komory je také její malý objem (max. 15 cm<sup>3</sup>), tavící se materiál zde zůstává krátký čas, dokonce i v případech, že hmotnost výlisku je menší než jeden gram.

### **Nízké provozní náklady**

Další předností lisu Babyplast je nízká spotřeba energie. V průběhu cyklu se spotřeba pohybuje okolo 1,5 kW, maximálně 3 kW.

Jednoduše pobíhá výměna formy na lisu a změna vstřikovaného materiálu. Každá polovina formy je přišroubovaná čtyřmi šrouby k deskám stroje, tím dojde i k jejímu vystředění. Druh i barva materiálu se mohou měnit přibližně po 100-150 gramech.

Vstřikování přímo do dutiny formy výrazně snižuje velikost vtokového kanálu. Průměrná hmotnost vtokového kanálu pro 4 dutiny se rovná přibližně 1,5 gramů.

Jelikož rozměry formy jsou malé (stavba formy je hlavně z desek, které tvoří dutinu), časy společně s energiemi potřebnými ke chlazení nebo k vytápění formy jsou sníženy oproti vstřikování na klasických lisech. Mnohem snadněji se dosáhne a udrží správná teplota formy.

Díky své kompaktní velikosti je možné mít kompletní výrobní jednotku (lis, chladicí zařízení, kontejner na hotové výlisky, oddělovač vtokového zbytku, zásobník granulátu) na ploše menší než 1m<sup>2</sup>. Lis Babyplast je vhodný pro jakékoliv množství vyráběných výlisků.

### **Malé investice na výrobu forem**

Nižší provozní náklady stroje (cca 1,5 - 2 € / hod), proti investicím na chod klasických lisů, dosahují celkově menších nákladů na výrobu plastových dílů. K tomu přispívají i nízké výdaje při výrobě vstřikovací formy na lis Babyplast. Formy určené na lis Babyplast mají menší počet dutin. Zhotovení dutiny patří k nejpracnějšímu úkonům při tvorbě vstřikovacích forem.

Zvláštní koncepce stroje, hlavně upínací desky lisu umožňují jednoduchou stavbu formy, založenou na tvarových deskách.

Vzhledem k obrovskému množství použití lisu Babyplast někteří významní výrobci vyhřívaných trysek (Hasco, Ewikon, Thermoplay) vyvinuly mini trysky (*Obr. 2.13*), které vyrábí až v šestnácti různých typech.

Firma Hasco vyrábí celou řadu polotovarů na jednotlivé části formy z různých typů ocelí (Obr. 2.14). Polotovary pomáhají snížit čas i náklady na celkové sestavení vstřikovací formy na lis Babyplast.



Obr. 2.13 Systém vyhřívané trysky pro mikro vstřikování



Obr. 2.14 Polotovary na jednotlivé části formy

#### 2.3.4 Horizontální vstřikovací lis Babyplast 6/10 P

Horizontální vstřikovací lis Babyplast 6/10 P (Obr. 2.15) je jeden z nejmenších hydraulických pístových vstřikovacích lisů na plasty s plně automatickým provozem. Babyplast zabírá méně než 1 m<sup>2</sup> plochy, lis je extrémně tichý, hlučnost dosahuje pouze 68 dB. Velikost vstřikovaných výlisků je cca do 15 cm<sup>3</sup>.



Obr. 2.15 Babyplast 6/10 P

## **Technické vlastnosti lisu Babyplast:**

### **Plně hydraulické pohyby**

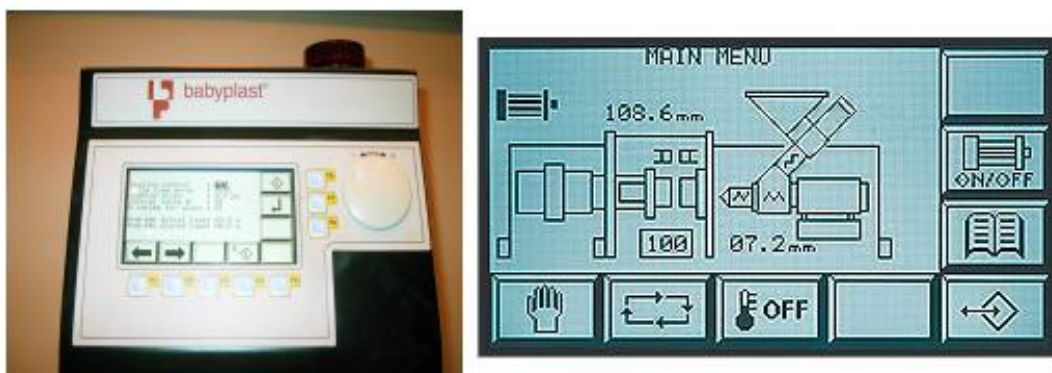
Všechny pohyby stroje jsou kontrolovány vysoce výkonným čerpadlem, které je umístěné tak, aby byl snadným přístup k olejové nádrži. Teplota hydraulického oleje je regulována mikroprocesorem.

### **Kontrolní systém stroje**

Všechny mechanizmy stroje jsou kontrolovány dvěma vysoce výkonnými mikroprocesory. Mikroprocesory sledují všechny pohyby, aktuální pozice, časy a teploty během každého vstřikovacího cyklu. Uživatelské rozhraní je velice názorné i přehledné díky LCD displeji, multifunkční klávesnici (Obr. 2.16).

#### **Funkce kontrolního systému:**

- rychlé, jednoduché a přesné nastavení stroje, dokonce, i když má výlisek hmotnost menší než 1 gram
- plně automatický, bezobslužný provoz
- možnost uložení až 100 nastavení
- program kontroly kvality monitoruje výstupní hodnoty nastavených vstřikovacích parametrů
- lineární polohovací zařízení dosahuje jednoduché a přesné nastavení pozice v různých osách stroje
- automatické vypnutí v případě problémů, tolerančních chyb
- vstřikovací píst a uzavírání jsou monitorovány snímači polohy



Obr. 2.16 Elektronický ovladač a displej



### **Speciální upínací desky stroje**

Upínací desky stroje (Obr. 2.17), do kterých se připevňuje forma, přebírají funkci podpěrných desek u forem, které se používají na klasické konvenční lisy. Konstrukce formy je tedy mnohem jednodušší. Další výhodou jsou výměnné vodící tyče.

Rozměry upínacích desek stroje a požadované rozměry formy jsou uvedeny v příloze.



*Obr. 2.17 Upínací desky stroje*

### **Vstřikovací jednotka stroje**

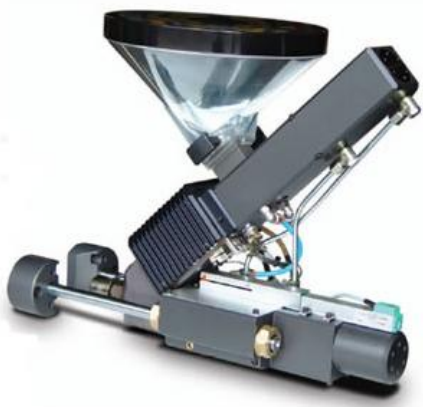
Stroje Babyplast mají pohyblivou vstřikovací jednotku (Obr. 2.18) se speciálně konstruovanou plastifikační komorou.

Lis Babyplast využívá při plastifikaci velice jednoduchého principu. V první fázi se plast ve formě granulí z násypky sype do plastifikační komory. Zde se plast roztaví na požadovanou teplotu. Tato izolovaná válcová soustava zajišťuje konzistentní taveninu pro druhou fázi – vstřikování. Hmota se natáhne před píst a materiál se přes trysku rovnou vstřikuje do formy. Začíná se vstřikovat do formy, která je temperovaná na teplotu podle použitého zpracovávaného materiálu.

#### *Charakteristické vlastnosti vstřikovací jednotky:*

- pět různých průměrů pístu poskytuje flexibilitu, přesnou velikost vstřiku
- mimostředné vstřikování
- přesná kontrola vstřiku
- méně pohyblivých částí vstřikovací jednotky snižuje opotřebení a zjednodušuje její údržbu

- vhodná pro plněné i neplněné materiály
- zpracování elastomerů, keramiky, vosku, slinutých kovů
- možnost využití horkých trysek



*Obr. 2.18 Vstřikovací jednotka*

### **Chladicí okruh**

Průtok chladicí kapaliny do různých částí formy se může ručně regulovat. Stroj nabízí chlazení ve čtyřech různých okruzích. Ke chlazení formy se používá voda. Teplota přitékající vody se nastavuje podle potřeby.

Voda musí být čistá, o požadovaném stupni pH, nebo nastává užití filtru s kontrolou obsahu kalcia. Je potřeba dodržet tvrdost vody mezi stupni 6 – 9 a tlaku 3 – 4 bary.

### **Vyhazování výlisků**

Vyhazovací systém stroje Babyplast zajišťuje odtržení studeného vtoku od vstřikovací jednotky. Centrální hydraulický vyhazovač umožňuje až 9 zdvihů. Samozřejmostí je čidlo návratu vyhazovače do správné pozice.

### **Zařízení bezpečnosti formy**

Stroj uzavírá, otevírá formu při nízkém tlaku, se zajištěním, že se forma během vstřiku taveniny do dutiny nepootevře.

### **Vytápění formy**

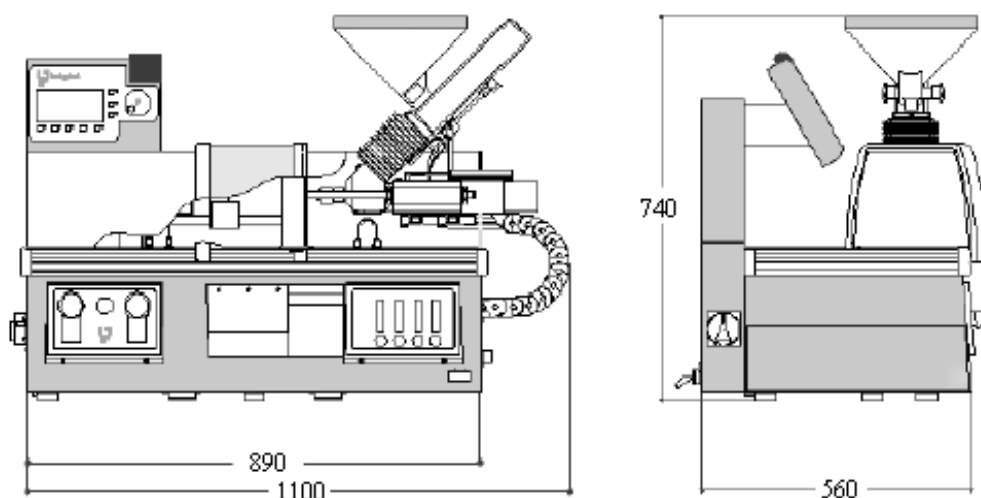
Stroj má náhradní ohřívač (230V) k regulaci teploty formy nebo k připojení vyhřívaných vtokových trysek.

### Mimostředné vstřikování

Vstřikovací jednotka má dvě pozice vstřikování. Jednu do středu formy a druhou posunutou o 25 mm mimo střed. U jednonásobné formy, kdy není možné umístit vtok do středu formy (z estetických důvodů, konstrukce výlisku), se právě použije druhá pozice vstříku.

### Rozměry lisu Babyplast 6/10 P

Jednou z výhod toho stroje je bezpochyby jeho velikost. Základní rozměry na obrázku 2.19 jsou uvedeny v milimetrech.



Obr. 2.19 Rozměry Babyplastu 6/10 P

### 2.3.5 Vertikální vstřikovací lis Babyplast 6/10 VP

Babyplast 6/10 VP je miniaturní vstřikovací lis s vertikálním upínáním formy a horizontálním vstřikováním (Obr. 2.20). Stroj je plně hydraulický, má proporcionální řízení. Byl vyvinut na základě poptávky zákazníků, včetně úspěchu horizontálního provedení lisu Babyplast 6/10 P.

Pevná konstrukce stroje bez vodících sloupků umožňuje instalaci v otočných i posuvných linkách. Základna může být oddělena od hlavní konstrukce a instalována přímo do automatické výrobní linky. Vstřikovací lis Babyplast 6/10 VP zaručuje snadný, ekonomický provoz. Vertikální uspořádání stroje je hlavně vhodné k výrobě plastových obstříků i zástříků.

**Vertikální Babyplast má stejné funkce a výhody jako horizontální verze:**

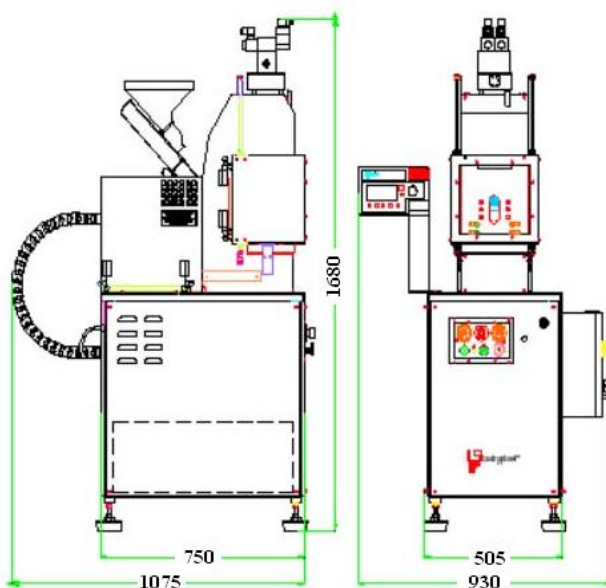
- snadné použití
- nízká spotřeba energie
- kontrola časů, teplot a spotřeby materiálu při vstřikovacím cyklu
- možnost uložení až 100 programových nastavení
- šetří náklady na výrobu formy
- 5 různých velikostí vstřikovacího pístu
- digitální odměřování pozice vstřikování a otevření formy
- dvě pozice pro vstřik



Obr. 2.20 Babyplast 6/10 VP

### Rozměry lisu Babyplast 6/10 VP

Základní rozměry horizontálního provedení lisu Babyplast jsou na obrázku 2.21 v milimetrech.



Obr. 2.21 Rozměry Babyplastu 6/10 VP

### 2.3.6 Technické parametry lisu Babyplast 6/10 P a 6/10 VP

V tabulce 2.1 je uveden přehled základních technických parametrů obou typů lisu Babyplast, které uvádí výrobce.

Tabulka 2.1 Technické parametry lisů Babyplast 6/10 P a 6/10 VP

		Babyplast 6/10 P a 6/10 VP				
PARAMETR	Jednotka	HODNOTY				
Ø vstřikovacího pístu	mm	10	12	14	16	18
Vstřikované množství	cm <sup>3</sup>	4	6,5	9	12	15
Vstřikovací tlak	bar*	2650	1830	1340	1030	815
		6/10 P		6/10 VP		
Uzavírací síla	kN	62,5				
Otevírací síla	kN	4				
Rozjezd upínacích desek	mm	30 - 110				
Vyhazovací síla	kN	7,5		9,2		
Max. délka vyhození	mm	45		25		
Hydraulický tlak	bar*	130				
Množství hydraul. oleje	l	16				
Nejkratší doba cyklu	s	2,4				
Příkon	kW	2,95				
Hmotnost	kg	120		340		
Hlučnost	dB	<70				

\* 1 bar = 0,1 MPa

Pozn.: Jednotky jednotlivých parametrů jsou udávány výrobcem.

## **2.4 Zásady konstrukce vstřikovací formy**

Každá ze vstřikovacích forem na výrobu výstřiků z termoplastů je originál. [1] Konstrukční koncepce a uspořádání forem i způsob jejich výroby bývají rozdílné. Jsou ovlivněny účelem a požadavky, kterým mají sloužit. [2]

### **Základní požadavky na formu:**

- vysoká přesnost, jakost funkčních ploch tvarové dutiny a ostatních funkčních dílů
- maximální tuhost, pevnost jednotlivých částí, celků formy pro zachycení potřebných tlaků
- vhodný vtokový systém, vyhazování, temperování, odvzdušnění apod.
- optimální životnost zaručená konstrukcí, materiálem a výrobou [2]

Z hlediska konstrukce formy je potřeba znát určité technické údaje. Důležitý je návrh vyráběné plastové součásti, její tvar musí být výrobitelný a umožňovat vhodné zaformování. Na to navazuje volba optimální násobnosti formy, řešení dělící roviny, vtokové soustavy, vyhazování, temperace, odvzdušnění apod.

### **2.4.1 Vtokový systém**

Vtoková soustava dopravuje proud taveniny od vstřikovacího stroje do tvarové dutiny formy, a to v co nejkratším čase, s co nejmenšími teplotními i tlakovými ztrátami. Vlastní řešení vtokového systému záleží na konstrukci a rozmístění tvarových dutin.

Charakter výstřiku, způsob či ekonomika výroby, případné požadavky pak určí, zda použít studené vtokové systémy, které jsou vhodné pro jednodušší výrobky a malosériovou výrobu nebo horké vtokové systémy příhodné pro složitější výlisky a hromadnou výrobu. [2]

### **2.4.2 Vyhazování výlisků**

Po otevření formy zůstává výlisek vlivem smrštění materiálu na pohyblivé části formy. K odstranění výlisků slouží vyhazovací zařízení, které doplňuje formu. Pracuje ve dvou fázích – vlastní vyhazování a návrat

vyhazovacího systému do původní polohy. Vyhazovací systém by měl vystříknutý díl vysouvat rovnoměrně, aby nedošlo k jeho vzpříčení, následným deformacím, k poškození.

Nejrozšířenější vyhazovací systém je mechanický, pomocí vyhazovacích kolíků. Další možností mechanického vyhazování je použití stírací desky nebo šikmých vyhazovacích kolíků. Vyhazování výlisků z formy může být i vzduchové nebo hydraulické.

### **2.4.3 Temperování formy**

Cílem temperování je udržení konstantního teplotního režimu formy tak, že zajišťuje rovnoměrnou teplotu formy na optimální výši po celém povrchu dutiny a odvádí teplo z dutiny naplněné taveninou plastu. Důležité je ochladit po vstříknutí roztavený plast na teplotu vhodnou pro vyjmutí výlisku z formy.

Temperační systém formy je tvořen soustavou kanálů, dutin kudy proudí vhodná kapalina. Temperační kapalina udržuje požadovanou teplotu temperovaných částí.

Rozměry a rozmístění soustavy temperačních kanálů se volí s ohledem na celkové řešení konstrukce formy. Musí být brán ohled na jejich vzdálenost od funkční dutiny formy, aby byla dodržena její pevnost a tuhost.

### **2.4.4 Odvzdušnění formy**

Při každém výrobním cyklu jsou tvarové dutiny formy před naplněním taveninou zavzdušněny. Při toku taveniny tedy musí konstrukce formy zajistit úplný odvod vzduchu, případných plyných zplodin vzniklých při plastifikaci materiálu a zanesených do dutiny formy. Čím je větší rychlost plnění, tím účinnější musí být odvzdušnění tvarové dutiny formy. Špatné odvzdušnění může být příčinou povrchových vad výlisků nebo snížením jejich mechanických vlastností. [1]

Volba místa pro odvzdušnění je obvykle patrná z tvaru výlisku a předpokládaného způsobu, směru plnění dutiny. Vzduch i plyny z dutiny formy většinou uniknou hlavní dělicí rovinou, případně vedlejšími, vůlí mezi tvarovými a pohyblivými částmi formy. Ve složitějších případech se ve formě vyrobí odvzdušňovací kanálky.

## 3 Experimentální část

### 3.1 Vstřikovací forma na lis Babyplast

#### 3.1.1 Složení formy

Vstřikovací forma je sestavena z jednotlivých částí, z nichž každá plní požadovanou funkci. Základní části formy jsou díly vymezující tvarovou dutinu, temperanční systém, vtoková soustava, vyhazovací systém, upínací a vodící elementy.

U formy na lis Babyplast chybí rám formy, kdy rám představuje funkční nosič tvarových dutin a vtokové soustavy. U formy na lis Babyplast je rám zastoupen skupinou desek vzájemně spojenými vodíci, středíci i spojovacími součástmi.

Při použití formy na lis Babyplast jsme omezeni jak rozměry, tak i velikostí vstřikovaného výlisku. Tvarové desky se mohou zvětšit z původního rozměru, ale je třeba pamatovat na místo pro funkční systémy formy.

#### 3.1.2 Porovnání částí forem

***Části standardní formy určené pro konvenční lisy:***

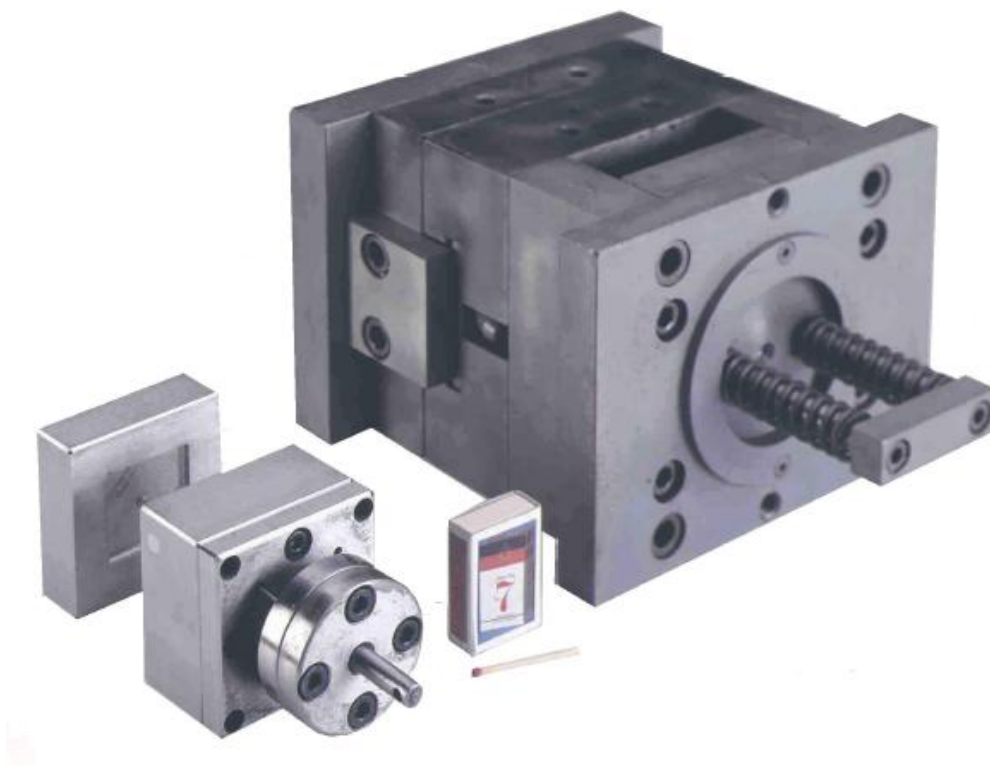
- upínací desky
- tvarové desky
- podpěrná deska
- rozpěry
- kotevní a vyhazovací deska
- vložky (většinou tvoří tvarovou dutinu formy, nebo aspoň její část)
- vodící součásti (vodící kolíky, vodící sloupky a pouzdra, středící trubka)
- vyhazovací stopka
- středící kruhy
- vtoková vložka
- vyhazovače
- součást pro manipulaci s formou



### **Části formy na lis Babyplast:**

- vrchní deska
- tvarové desky
- spodní deska (není vždy potřeba)
- kotevní a vyhazovací deska
- tvarové vložky (záleží na tvaru vylisku)
- vodící součásti (naváděcí kolíky)
- vyhazovací stopka
- vyhazovače
- přepravní pojistka pro manipulaci s formou

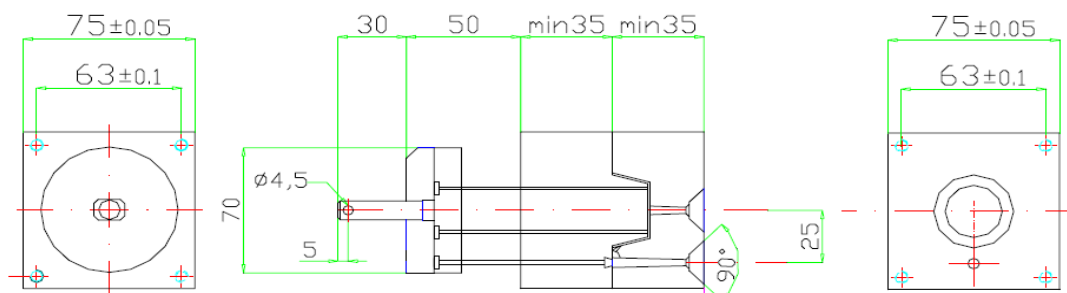
Jak je vidět na obrázku 3.1 konstrukce formy na lis Babyplast (vlevo) je mnohem menší, jednodušší. Velké bloky z oceli a typický vodící systém jsou nahrazeny jednoduchou stavbou formy. Náklady na výrobu i spotřeba materiálu jsou výrazně nižší.



*Obr. 3.1 Forma na Babyplast 75 x 75 mm a konvenční forma 156 x 156 mm*

### 3.1.3 Základní rozměry vstřikovací formy na lis Babyplast

Některé rozměry vstřikovací formy na lis Babyplast jsou přesně dané (Obr. 3.2) a při její konstrukci musejí být brány v úvahu. Všechny rozměry na následujícím obrázku jsou uvedeny v milimetrech.



Obr. 3.2 Rozměry formy na lis Babyplast

### 3.1.4 Jednotlivé části vstřikovací formy na lis Babyplast

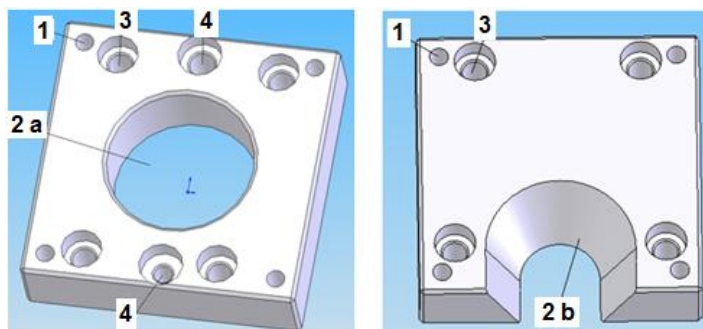
#### Vrchní deska

Vrchní deska (Obr. 3.3) slouží jako upínací deska u klasické formy. Upíná se na vstřikovací stroj pomocí šroubů M6 x 35.

Rozměry této desky jsou vždy 75 x 75 x 20 mm.

#### Důležité konstrukční prvky ve vrchní desce:

- čtyři průchozí závity M6 (Obr. 3.3 - 1)
- průchozí otvor o průměru 40 mm ve středu desky při vstřikování do středu formy (Obr. 3.3 - 2a) nebo vybrání pro mimostředné vstřikování (Obr. 3.3 - 2b)
- zahluubení pro hlavy šroubů pro následné spojení šrouby s tvarovou deskou (Obr. 3.3 - 3)
- uložení pro naváděcí kolíky (pokud je konstrukce formy složitá, uložení pro naváděcí kolíky se umístí až do pevné tvarové desky) (Obr. 3.3 - 4)

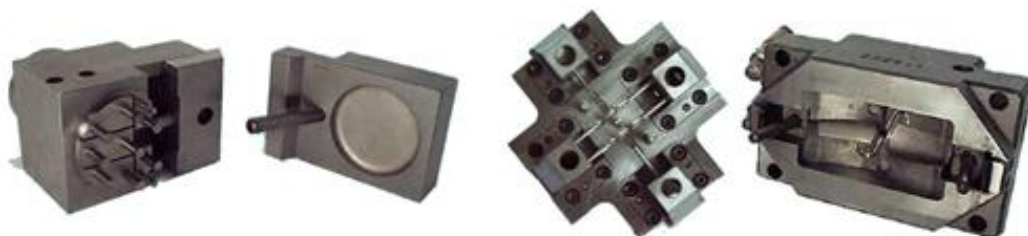


Obr. 3.3 Vrchní deska a vrchní deska pro mimostředné vstřikování

## Pevná tvarová deska

Pevná tvarová deska (Obr. 3.5) tvoří většinou polovinu tvarové dutiny. Tvarová dutina je nejdůležitější pro správnou funkci vstřikovací formy. Svým tvarem se přesně shoduje s tvarem vyráběného vylisku, ale její rozměry jsou zvětšeny o hodnotu smrštění vstřikovaného materiálu.

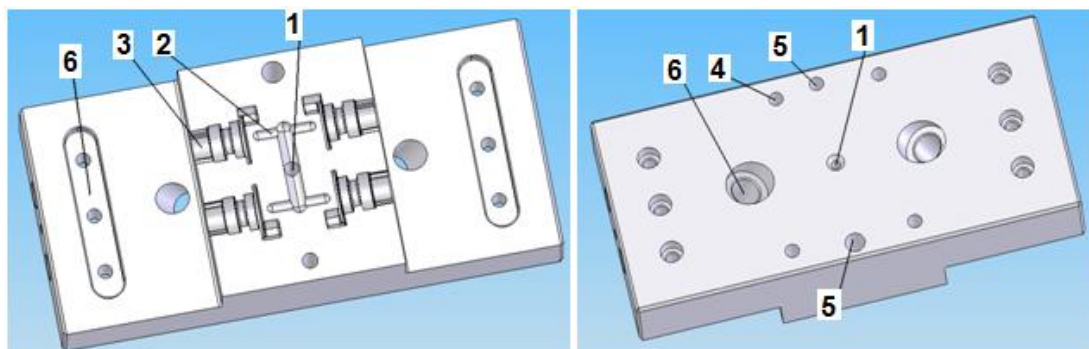
Pevná tvarová deska je připevněna k vrchní desce pomocí šroubů a společně tvoří pevnou polovinu vstřikovací formy. Minimální výška tvarové spolu s vrchní deskou je 35 mm. Rozměry tvarové desky nejsou přesně dané, ale mohou být protaženy z původního rozměru (75 x 75 mm) do stran (Obr. 3.4).



Obr. 3.4 Ukázka zvětšení tvarových desek z původního rozměru 75 x 75 mm

### Důležité konstrukční prvky pevné tvarové desky:

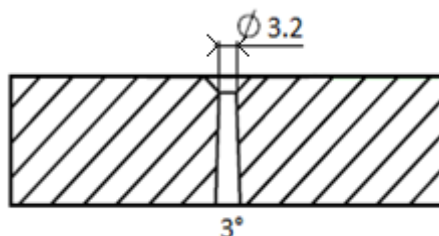
- hlavní vtokový kanál (Obr. 3.5 - 1)
- rozváděcí kanály vtokové soustavy (Obr. 3.5 - 2)
- tvar dutiny (Obr. 3.5 - 3)
- závit (pro sešroubování s vrchní deskou) (Obr. 3.5 - 4)
- díry pro naváděcí kolíky ( $\varnothing 5h7$  a  $\varnothing 7h7$ ) (Obr. 3.5 - 5)
- temperanční systém (chlazení formy)
- uložení pro součásti z bočních posuvných čelistí - šikmé kolíky a kámen, pokud jsou použity v konstrukci formy (Obr. 3.5 - 6)



Obr. 3.5 Pevná tvarová deska

### Hlavní vtokový kanál

Hlavní vtokový kanál (Obr. 3.6) navazuje na trysku vstřikovací jednotky stroje. Má kuželový tvar s rozšířeným ústím do rozváděcích kanálů nebo rovnou do výlisku. Vtokový průměr kanálu je o 0,5 až 1 mm větší než je průměr otvoru trysky vstřikovací jednotky.

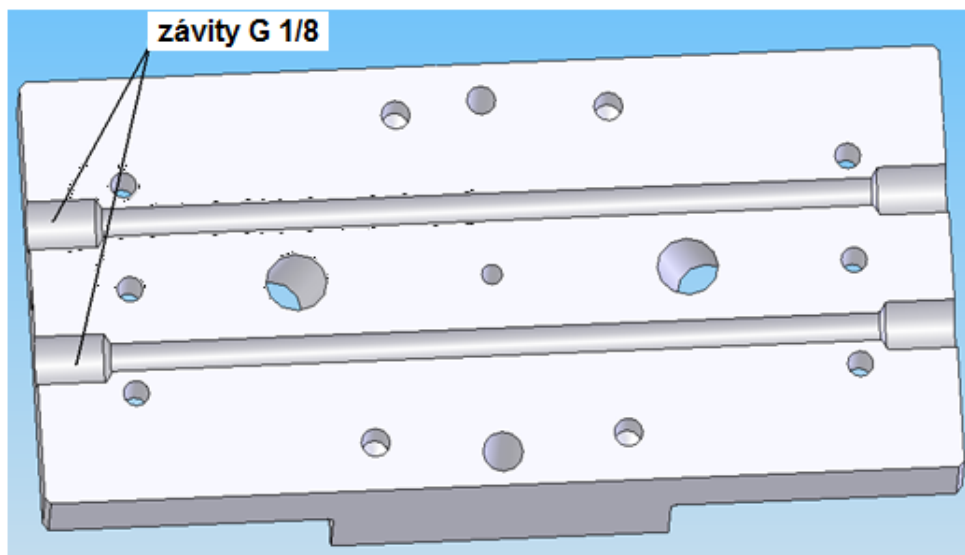


Obr. 3.6 Hlavní vtokový kanál

### Temperace tvarové dutiny v pevné polovině formy

Přívod temperační kapaliny do desky ze stroje je zajištěn pomocí hadiček, které jsou připojeny na vývodky FESTO (Obr. 3.8). Ty jsou našroubovány na tvarové desky. Vývodky mají závit  $G \frac{1}{8}$ .

V pevné tvarové desce je navrhnutí temperačních kanálů (Obr. 3.7) vždy jednodušší, protože zde není tolik překážek.



Obr. 3.7 Temperační kanály v pevné tvarové desce



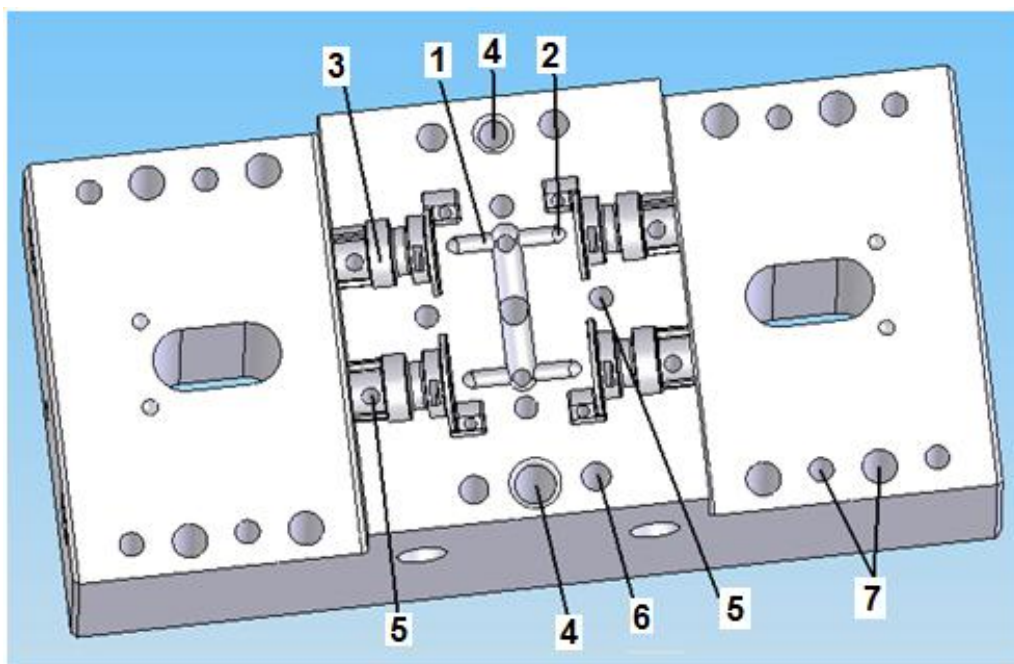
Obr. 3.8 Vývodka FESTO

## Pohyblivá tvarová deska

Pohyblivá tvarová deska (Obr. 3.9) vytváří druhou polovinu tvarové dutiny. Deska má většinou stejné rozměry jako pevná tvarová deska. V případě že její rozměry jsou zvětšeny ze základních (75 x 75 mm), je potřeba použít spodní desku. Tato deska se pak připevní na desky vstřikovacího lisu. Výška pohyblivé tvarové se spodní desky musí být minimálně 35 mm.

### Důležité konstrukční prvky v pohyblivé tvarové desce:

- rozváděcí kanály vtokové soustavy (Obr. 3.9 - 1)
- vtokové ústí (Obr. 3.9 - 2)
- tvar dutiny (Obr. 3.9 - 3)
- díry pro naváděcí kolíky ( $\varnothing 5h7$  a  $\varnothing 7h7$ ) (Obr. 3.9 - 4)
- díry pro vyhazovače a vratné kolíky (Obr. 3.9 - 5)
- temperanční systém (chlazení formy)
- závit a díry pro kolíky k připevnění ke spodní desce, pokud jsou rozměry tvarové desky zvětšené ze základních rozměrů (75 x 75 mm) (Obr. 3.9 - 6)
- závit a díry pro kolíky k přichycení lišt, pokud jsou ve formě použity boční posuvné čelisti (Obr. 3.9 - 7)



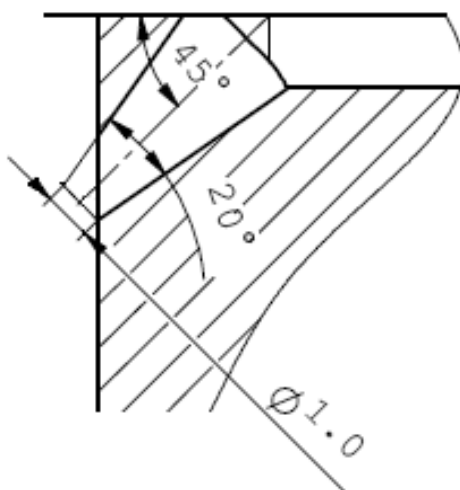
Obr. 3.9 Pohyblivá tvarová deska

## Vtokové ústí

Nejčastějším používaným typem vtokové ústí, u forem určených na stroj Babyplast, je tunelový vtok (Obr. 3.10).

Tunelový vtok je specifickým případem bodového vtokového ústí. Má tu výhodu, že vtokový zbytek leží po otevření formy v jedné rovině s výstřikem. Proto není potřeba konstruovat složitou stavbu formy s více dělicími rovinami, aby bylo možné odtržení vtoku od výlisku.

Dobrá funkce tunelových vtoků spočívá v existenci ostré hrany, která odděluje vtokový zbytek od výstřiku. Může se uplatnit i u výlisků náročných na vzhled. Výhodou je, že při otevírání formy nebo při vyhazování dílu rovnou dojde k oddělení vtokového zbytku. Po odstranění výlisků z formy většina vtokových zbytků zůstává spojena s výstřikem a musí dojít k jejich následnému odstranění. Výroba tunelového vtoku je poměrně náročná.

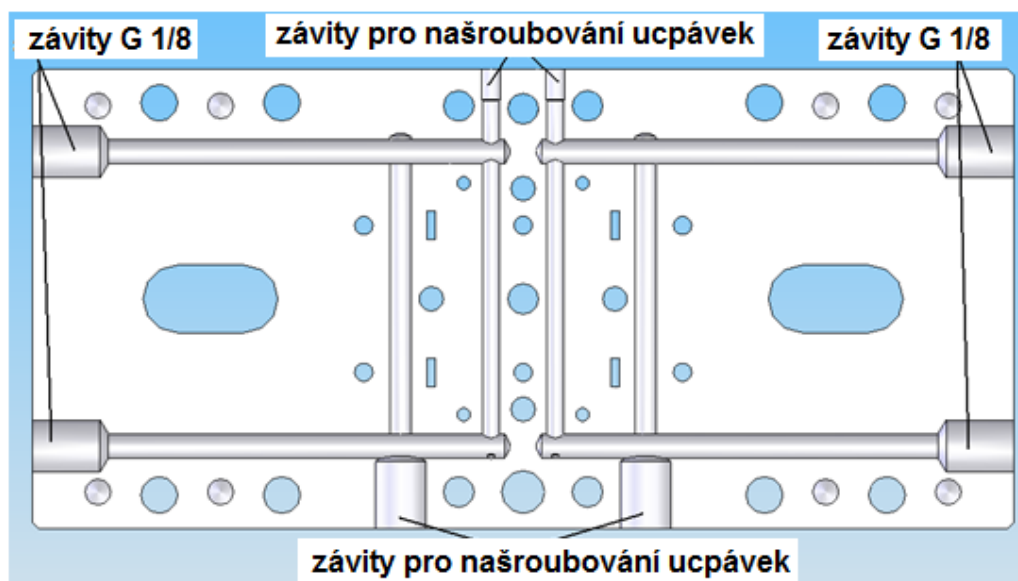


Obr. 3.10 Tunelový vtok

## Temperace tvarové desky v pohyblivé polovině formy

V pohyblivé tvarové desce je vždy velice obtížné navrhnout temperační okruh. Stěna mezi temperčním kanálem a dutinou, dírami pro vyhazovače, vratné kolíky a kolíky nebo závity by měly být minimálně 2 mm tlustá. Mělo by být zaručené rovnoměrné chlazení výlisku.

Jelikož je temperace složitější než v pevné části, může být rozdělena na více okruhů (Obr. 3.11). Používají se kromě vývodek FESTO i ucpávky HASCO (Obr. 3.12), které jsou dodávány v různých velikostech.



Obr. 3.11 Temperační kanály v pohyblivé tvarové desce



Obr. 3.12 Ucpávka HASCO

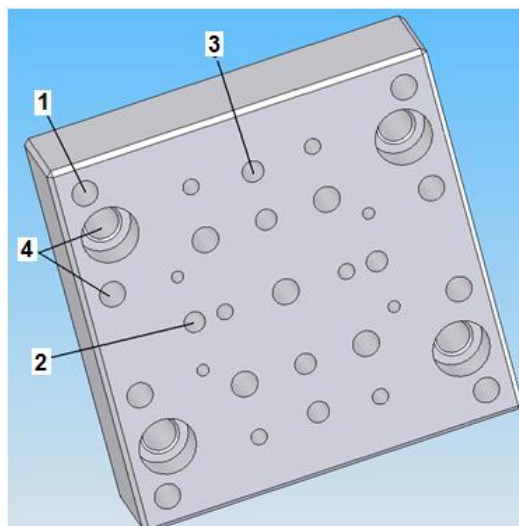
## Spodní deska

Spodní deska (Obr. 3.13) formy je stejně jako vrchní deska připevněna pomocí šroubů (M6 x 80) k desce lisu. V této desce jsou také vyrobeny závity M5, do kterých jsou zašroubovány přesné šrouby jako vedení pro vyhazovací desky. Rozměry desky jsou vždy 75 x 75 x 20 mm. Spodní deska je nutná, pokud je pohyblivá tvarová deska protažena do stran z původních rozměrů 75 x 75 mm. Jestliže pohyblivá tvarová deska má základní rozměry je spodní deska zbytečná, závity M6 a M5 se vyrobí v pohyblivé tvarové desce. Záleží na komplikovanosti formy.

### Důležité prvky ve spodní desce:

- čtyři průchozí závity M6 (Obr. 3.13 - 1)
- dva závity M5 (do hloubky 16 mm) pro přesné šrouby (Obr. 3.13 - 2)
- díry pro vyhazovače (Obr. 3.13 - 3)
- zahloubení pro hlavy šroubů a díry pro kolíky pro připevnění k tvarové desce (Obr. 3.13 - 4)





Obr. 3.13 Spodní deska

### Vyhazovací desky

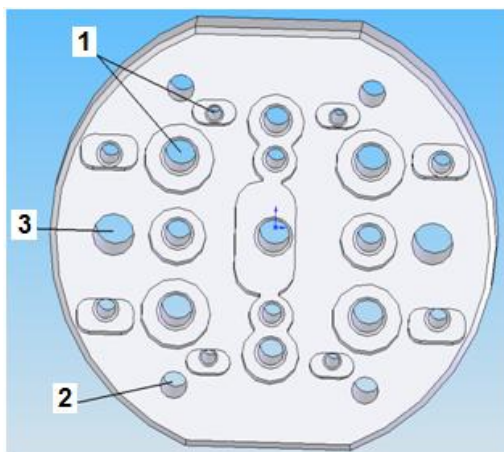
Kotevní (Obr. 3.14) a vyhazovací (Obr. 3.15) deska mají funkci ukotvit, ovládat, zajistit vyhazovače v pracovním i zpětném pohybu. Pohybují se jako celek, protože jsou vzájemně spojené šrouby. Horní kotevní deska uchycuje vyhazovače, dolní vyhazovací deska slouží jako opěra pro vyhazovací kolíky

Vyhazovací desky mají své vlastní vedení. U forem na lis Babyplast se používají dva přesné šrouby, nebo středící trubky.

Základní rozměry obou desek jsou  $\varnothing 70 \times 12$  mm.

#### Důležité prvky kotevní desky:

- uložení pro vyhazovací kolíky (Obr. 3.14 - 1)
- čtyři průchozí závity k sešroubování s vyhazovací deskou (Obr. 3.14 - 2)
- dvě díry o průměru 6,5 mm pro vedení přesných šroubů (Obr. 3.14 - 3)

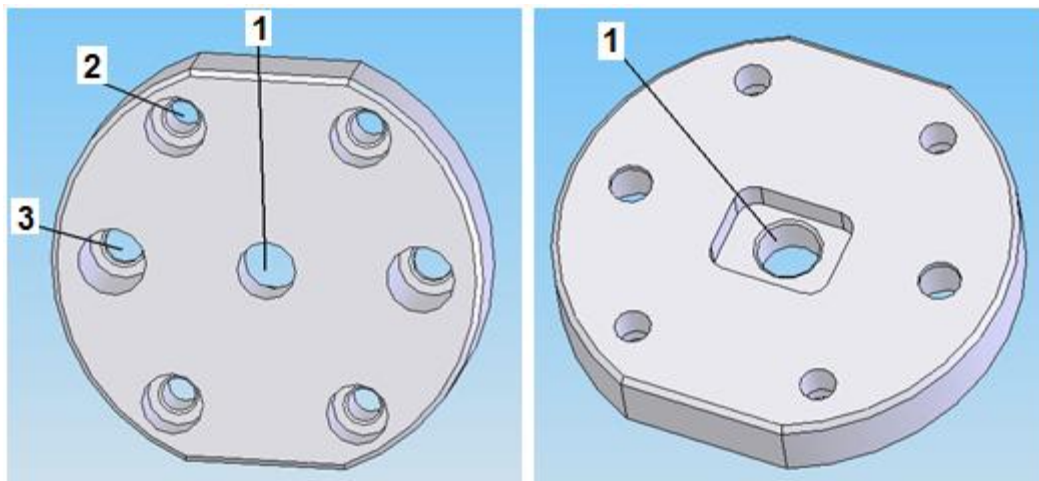


Obr. 3.14 Kotevní deska



Důležité prvky vyhazovací desky:

- uložení pro vyhazovací stopku (Obr. 3.15 - 1)
- zahloubení pro hlavy šroubů ke spojení s kotevní deskou (Obr. 3.15 - 2)
- zahloubení pro hlavy přesných šroubů (Obr. 3.15 - 3)



Obr. 3.15 Vyhazovací deska

**Boční posuvné čelisti**

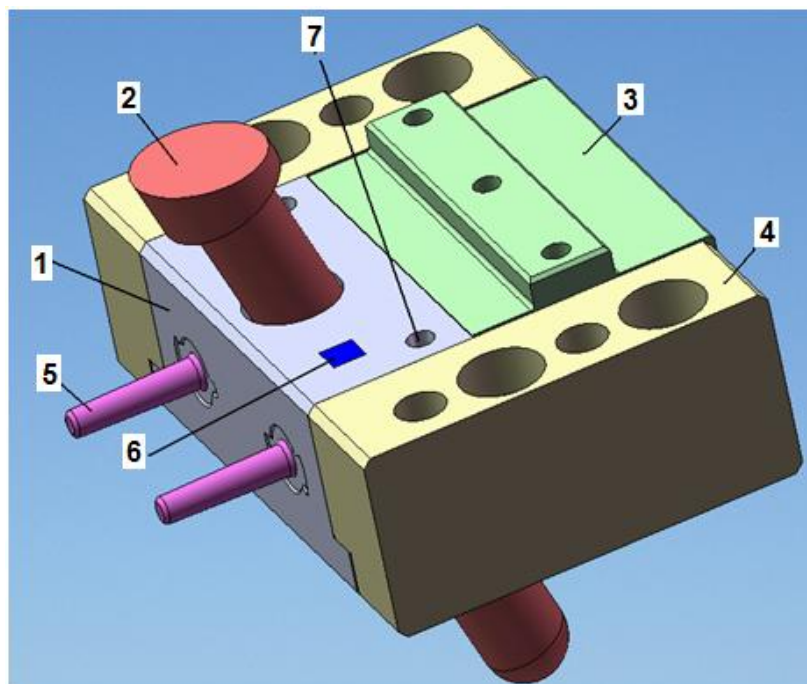
Boční otvory, výstupky a různá tvarová zahloubení na výlisku, která leží kolmo nebo pod různými úhly vůči hlavní dělicí rovině formy, se vytvářejí použitím pohyblivých bočních čelistí (Obr. 3.16). Tyto tvarové prvky vstřikovaných dílů mohou být součástí buď vnějších, nebo i vnitřních částí funkčního tvaru formy. Bez bočních čelistí by bylo vyjmutí výstřiků z formy obtížné a někdy i nemožné. Do bočních čelistí (Obr. 3.16 - 1), při komplikovanějších tvarech výlisku, jsou většinou vloženy tvarové vložky (Obr. 3.16 - 5) zajištěné polohovací pojistkou (Obr. 3.16 - 6). Boční posuvné čelisti jsou ovládány mechanickými prvky.

Pohyb posuvných čelistí ve vodících lištách (Obr. 3.16 - 4) zajišťují šikmé válcové kolíky (Obr. 3.16 - 2). Šikmé kolíky jsou zajištěny tak, aby mezi nimi a čelistmi mohlo dojít k vzájemnému pohybu během otevírání formy.

Při vstřiku taveniny plastu do dutiny formy je potřeba čelist pevně zajistit proti působícím silám vyvolávaným vstřikovacím tlakem. Uzavřená čelist je opřena svojí zkosenou částí o kámen (Obr. 3.16 - 3). Vysunutá čelist při otevřené formě se zabezpečuje proti pohybu různými západkami (např. šroub s kuličkou (Obr. 3.16 - 7)). Šikmý kolík pouze čelist ovládá, nezajišťuje

ji. Sklon šikmých kolíků se pohybuje v rozmezí od  $15^\circ$  až do  $25^\circ$ . Sklon šikmé „uzamykací“ plochy mezi boční čelistí a kamenem je o  $5^\circ$  větší než sklon šikmého kolíku.

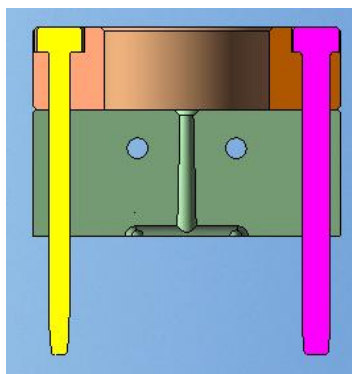
Boční posuvné čelisti tvoří spolu s dalšími tvarovými částmi funkční tvar dutiny formy. Pro dobrou funkci čelistí je požadována jejich výrobní přesnost, dokonalé vedení, seřízení a zajištění v krajních polohách při otevření i zavření formy.



Obr. 3.16 Sestava bočních posuvných čelistí

### Naváděcí kolíky

Naváděcí kolíky (Obr. 3.17) jsou ukotveny ve vrchní nebo pevné tvarové desce a navádějí při uzavírání formy obě poloviny formy do přesné polohy proti sobě. Používají se dva různé průměry 5, 7 mm, aby při případné manipulaci s formou nemohlo dojít k otočení tvarů v tvarových deskách.



Obr. 3.17 Naváděcí kolíky

## **Vyhazovací kolíky**

Vyhazování výlisků z formy použitím vyhazovacích kolíků je nejčastějším i nejlevnějším typem řešení vyhazovacího systému. Jde o mechanické vyhazování. Vyhazovací kolíky se využívají všude tam, kde je možné umístit vyhazovače proti ploše výlisku ve směru vyhození. Výroba je jednoduchá a jejich funkce zaručená. Správný výběr tvaru vyhazovacího kolíku nebo jeho případné umístění umožňuje snadné vyhození výstřiku z formy bez jeho poškození.

Vyhazovací kolíky musejí být dostatečně tuhé, lehce vyrobitelné. Obvykle jsou válcové, ale mohou mít i libovolný tvar. Jejich uložení ve formě je v tolerancích H7/g6, H7/h6, H7/j6 podle požadované funkce, záleží také na tekutosti vstříkovaného plastu. Vůle v uložení má vliv i na odvzdušnění tvarové dutiny formy.

Pokud je potřeba vyrobit na konci vyhazovacího kolíku nějaký tvar, který kopíruje tvar požadovaného výlisku, musí mít kolík zajištěnou přesnou polohu v kotevní desce, aby se nemohl otáčet.

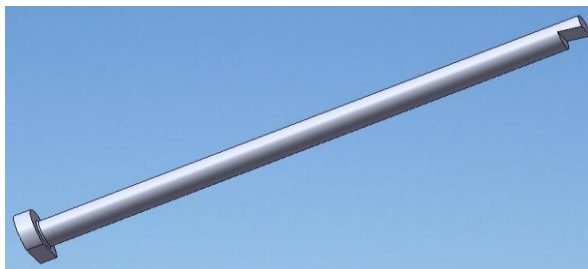
Další možností vyhození výlisku z formy může být použití stírací desky. Tento způsob spočívá ve stahování výlisku z tvárníku po celém jeho obvodu.

Jiným řešením odstranění výstřiku je pomocí trubkového vyhazovače. Má funkci stírací desky, ale pracuje jako vyhazovací kolík. Při tomto typu vyhazování má konstrukce vyhazovacích desek formy jiné upořádání. Trubkový vyhazovač je dutý s vloženým dalším prvkem – jádro (tvárník), ten je ukotven v jiné desce než je vyhazovač, aby vyhazovací systém plnil správně svoji funkci.

## **Středový vyhazovač**

Středový vyhazovač (*Obr. 3.18*) se umísťuje vždy proti hlavnímu vtoku. Hlava vyhazovače musí být sražena, aby byla zajištěna jeho přesná poloha a zabránilo se také otáčení. Při rozevírání formy po vstříknutí plastu je zapotřebí vtokový zbytek přidržet na vyhazovací straně formy, dokud není bezpečně vytažen hlavní vtok z pevné části formy. Současně s odstraněním výlisků z formy je vyhozena i vtoková soustava.

Pohyb středového vyhazovače odstraňuje vtokový zbytek společně s vtokovým ústím od výlisku (pokud je ve formě použit tunelový vtok).



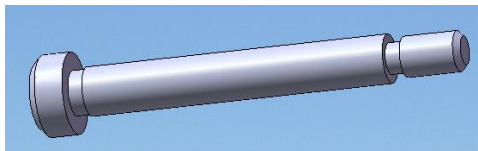
Obr. 3.18 Středový vyhazovač

### Vratné kolíky

Vratné kolíky jsou válcové vyhazovací kolíky. Stejně jako vyhazovací kolíky jsou ukotveny v kotevní desce. Nejčastěji se používají o průměru 4 mm. Jejich délka zasahuje přesně do dělicí roviny. Proti jejich umístění ve formě nesmí být žádná dutina ani díra. Při uzavírání formy vrací vyhazovací desky do původní polohy.

### Přesný šroub

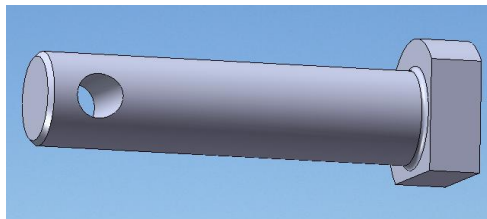
Přesný šroub (Obr. 3. 19) slouží jako vodící kolík. Při vyhazování výlisku z formy jsou po něm vedeny vyhazovací desky, aby nemohlo dojít k zpříčení vyhazovacího systému.



Obr. 3.19 Přesný šroub

### Vyhazovací stopka

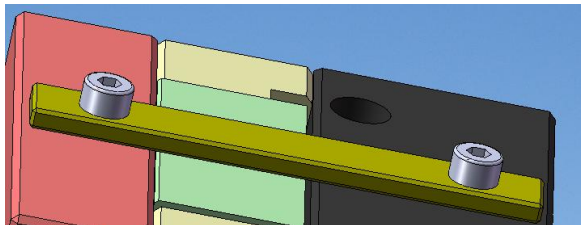
Vyhazovací stopka (Obr. 3. 20) se připevňuje na vyhazovací píst stroje. Musí vždy vyčnívat 30 mm z vyhazovací desky. Hlava stopky je sražena kvůli zajištění správné polohy ve formě.



Obr. 3.20 Vyhazovací stopka

## Převravní pojistka

Převravní pojistka (Obr. 3.21) slouží pouze k přepravě a snadnější manipulaci s formou, jelikož tvarové desky nejsou ničím spojeny, mohlo by při případné nehodě dojít k poškození tvarů dutiny.



Obr. 3.21 Převravní pojistka

## 3.1.5 Sestava vstřikovací formy na lis Babyplast

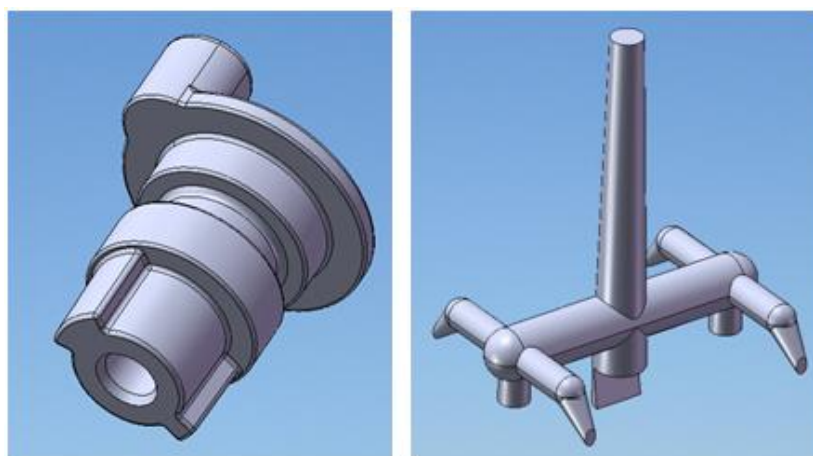
**Vstřikovací forma je složena ze dvou částí:**

- pevná strana tzv. strana trysky (Obr. 3.23)
- pohyblivá strana tzv. strana vyhazovačů (Obr. 3.24)

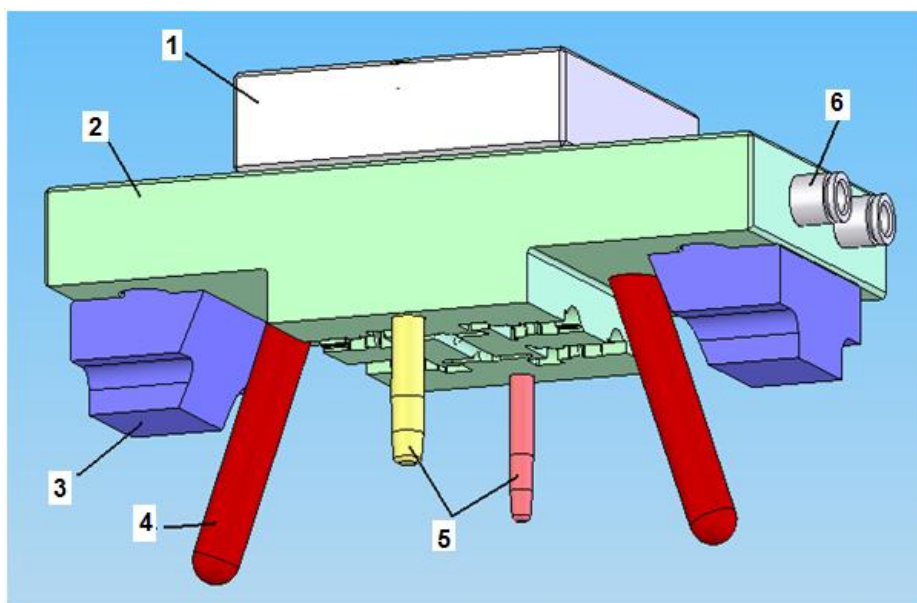
Obě části jsou připevněny k lisu a při vstřikovacím cyklu se pohybuje pouze jedna polovina formy.

Ve formě byly použity tvarové desky s rozměry 160 x 75 mm, celková výška byla 166 mm, její hmotnost asi 8,5 kg.

Díl byl vyráběn z polyamidu PA 6 s 30 % obsahem skleněných vláken. Při konstrukci tvarové dutiny formy se počítalo se smrštěním materiálu 0,6 %. Objem vstřiku je asi 8 cm<sup>3</sup>. Výlisek váží 2 g a má objemem 1,6 cm<sup>3</sup>, objem a hmotnost vtokových kanálů jsou 1,26 cm<sup>3</sup> a 1,4 g (Obr. 3.22).

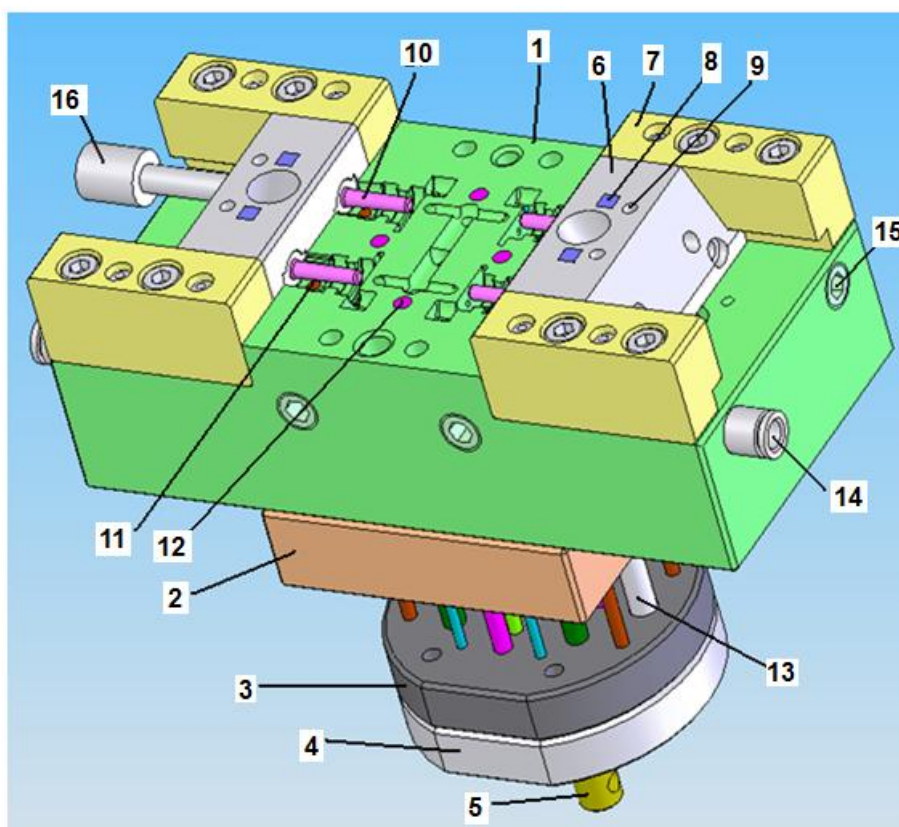


Obr. 3.22 Model vstřikovaného dílu a vtoková soustava



*Obr. 3.23 Pevná část formy*

1 - Vrchní deska, 2 - Tvarová deska pravá, 3 - Kámen,  
4 - Šikmý kolík, 5 - Naváděcí kolíky, 6 - Vývodky



*Obr. 3.24 Pohyblivá část formy*

1 - Tvarová deska levá, 2 - Spodní deska, 3 - Kotevní deska, 4 - Vyhazovací deska,  
5 - Vyhazovací stopka, 6 - Boční posuvná čelist, 7 - Lišta, 8 - Polohovací pojistka, 9 - Šroub s kuličkou,  
10 - Trn, 11 - Vyhazovač, 12 - Vratný kolík, 13 - Přesný šroub,  
14 - Vývodka, 15 - Ucpávka, 16 - Násadka na vývodku



## 4 Vyhodnocení

### 4.1 Nabídková cena vstřikovací formy

Na základě požadavku výroby konkrétního dílu převezme konstrukce model od zákazníka. V závislosti na tvaru vylisku a velikosti, se určí násobnost formy. Násobnost se také určuje podle ročního nebo měsíčního požadovaného množství odběru výrobků. Udělá se návrh zaformování modelu s tím, jestli bude potřeba použít boční posuvné čelisti, počet vyhazovacích kolíků nebo množství tvarových vložek a jak velká bude forma. Určí se také typ a umístění vtoku. Podle způsobu zaformování, násobnosti a velikosti formy se určí předpokládaná pracnost výroby formy v hodinách.

Nabídková cena vstřikovací formy se stanoví z ceny potřebného množství materiálu, počtu nutných katalogových dílů (vyhazovače, vývodky, apod.) a normalizovaných součástí (šrouby, kolíky, atd.), nákladů na kalení částí formy a ceny práce. Cena práce na zhotovení formy se počítá z hodinové pracnosti a průměrné ceny hodiny práce.

Tento postup se uplatňuje na základě zkušeností anebo na základě ceny formy již vyrobené pro podobný díl. Celková cena použitého materiálu ve formě se dále nedopočítává, jen se určuje počet hodin v jednotlivých úsecích při její výrobě. Pro udržení výrobce forem na trhu je důležité, aby nabídková cena formy odpovídala ceně, nabídnuté zákazníkovi.

### 4.2 Klasická vstřikovací forma a forma na lis Babyplast

Časová náročnost výroby formy záleží na násobnosti formy, složitosti tvarových dutin a způsobu zaformování modelu. Výroba vstřikovací formy se skládá z konstrukce v CAD programu, jednotlivých obráběcích operací, tepelného zpracování určitých částí a ruční montáže.

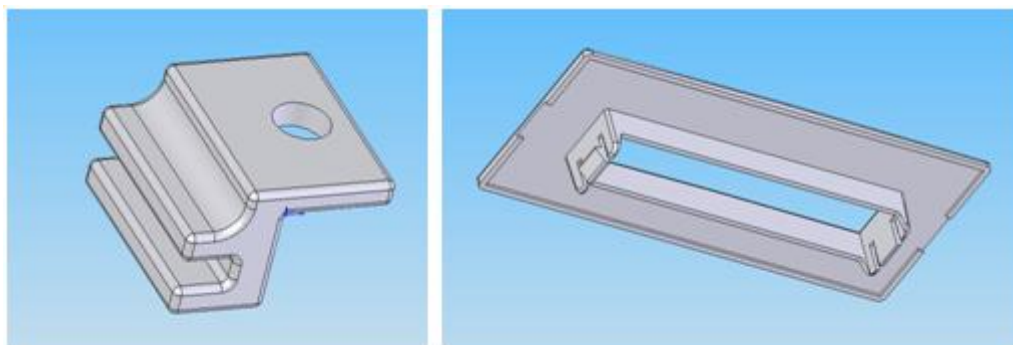
Není pravidlem, že zhotovení formy na lis Babyplast je vždy méně náročné než výroba klasické formy. Závisí to na daném vystřikovaném dílu a komplikovanosti konstrukce formy.

Díl „vodící lože“ (Obr. 4.1 - nalevo) se vstřikuje v klasické formě, ale jeho velikost a tvar je vhodný pro zaformování do malé formy pro využití lisu Babyplast na jeho výrobu. Aby bylo možné si představit, kolik by stála výroba

formy na lis Babyplast pro vstřikování dílu „vodící lože“ a kolik by se jejím použitím ušetřilo, porovná se s jinou formou na lis Babyplast.

Pro porovnání byla vybrána forma na lis Babyplast určená na díl „krytka“ (Obr. 4.1 - *napravo*). Tvar obou dílů je podobný, u obou bylo zapotřebí ve formě užít boční posuvné čelisti, které vytvářejí podobně jednoduché prvky na výliscích. Takže výroba tvárníků bočních posuvných čelistí není komplikovaná. Ani dutina v tvarových deskách není nijak složitá, jde o kombinaci rovných ploch a zaoblení. Otvor v obou výliscích je lehce vyrobitelný.

Klasická forma na díl „vodící lože“ je dvojnásobná, ale forma na lis Babyplast pouze jednonásobná. To ve srovnávání nevadí, protože násobností je zachována symetrie jako u dílu „krytka“.



Obr. 4.1 Výlisky „vodící lože“ (nalevo) a „krytka“ (napravo)

Rozměry a vlastnosti obou forem jsou uvedeny v tabulce 4.1. Zásadní rozdíl je v jejich váze, což souvisí s množstvím spotřebovaného materiálu na jejich zhotovení.

Tabulka 4.1 Rozměry a vlastnosti forem

	KLASICKÁ FORMA	FORMA NA LIS BABYPLAST
Násobnost dílů	2 krát	1 krát
Objem vstřikovaného dílu	0,993 cm <sup>3</sup>	3,2 cm <sup>3</sup>
Rozměry upínacích desek	156 x 206 mm	75 x 75 mm
Rozměry tvarových desek	156 x 156 mm	130 x 75 mm
Výška formy	228 mm	141,5 mm
Hmotnost formy	44,5 kg	6 kg



V tabulce 4.2 jsou uvedeny pracovní výroby forem na klasický vstřikovací stroj a na lis Babyplast, ceny práce a ceny za materiál na výrobu.

Tabulka 4.2 Pracnost výroby forem

	KLASICKÁ FORMA	FORMA NA LIS BABYPLAST
<b>VÝROBNÍ ÚSEK</b>	<i>počet hodin</i>	<i>počet hodin</i>
Konstrukce v CAD	31	25
Frézka velká	9	5
Frézka malá	22,5	14
Frézka CNC	36	-
Bruska plochá velká	21	-
Bruska plochá nástr.	15	36
Bruska na kulato	3,5	1
Rozvrtávání	49	15,5
Soustruh	12	2
Elektroeroze	63	6
Kalení	10	2
Drátové řezání	25	6
Ruční montáž	48	17
<b><i>Celkem hodin</i></b>	<b>345</b>	<b>129,5</b>
<b><i>Celková cena práce</i></b>	<b>116 875 Kč</b>	<b>42 825 Kč</b>
<b><i>Cena za materiál</i></b>	<b>25 000 - 35 000 Kč</b>	<b>5 000 - 12 000 Kč</b>

### 4.3 Cena výlisku

Cena výlisku se vypočítá z násobnosti formy, ceny jednoho kilogramu plastového granulátu, hmotnosti vstřikovaného množství a zpracovacích nákladů, do kterých se započítává jednicová mzda a režijní náklady.

Pro výpočet celkové ceny jednoho výlisku je nutné určit hmotnost vstříku, rovný součtu hmotnosti dílů a vtoku, podle vztahu (1).

$$m_{vstř} = m_{díl} \cdot n + m_{vtok} \quad (1)$$

kde  $m_{vstř}$  – hmotnost vstříku [g]

$m_{díl}$  – čistá hmotnost jednoho dílu [g]

$n$  – násobnost formy

$m_{vtok}$  – předpokládaná hmotnost vtokové soustavy [g]

Cena za materiál na jeden výlisek je z ceny granulátu, hmotnosti vstříku a násobnosti formy podle vzorce (2).

$$C_{mat} = \frac{C_{gran}}{1000} \cdot \frac{m_{vstř}}{n} \quad (2)$$

kde  $C_{mat}$  – cena za materiál na výlisek [Kč]

$C_{gran}$  – cena granulátu [Kč / kg]

$m_{vstř}$  – hmotnost vstříku [g]

$n$  – násobnost formy

Z rovnice (3) se vypočítají zpracovací náklady, které záleží na strojních nákladech, času vstřikovacího cyklu a násobnosti.

$$ZN = \frac{N_{stroj}}{3600} \cdot \frac{t_c}{n} \quad (3)$$

kde  $ZN$  – zpracovací náklady [Kč]

$N_{stroj}$  – náklady stroje [Kč / hod]

$t_c$  – doba vstřikovacího cyklu [s]

$n$  – násobnost formy

Celková cena plastového dílu je stanovena ze zpracovacích nákladů a ceny za materiál na jeden výlisek podle vztahu (4).

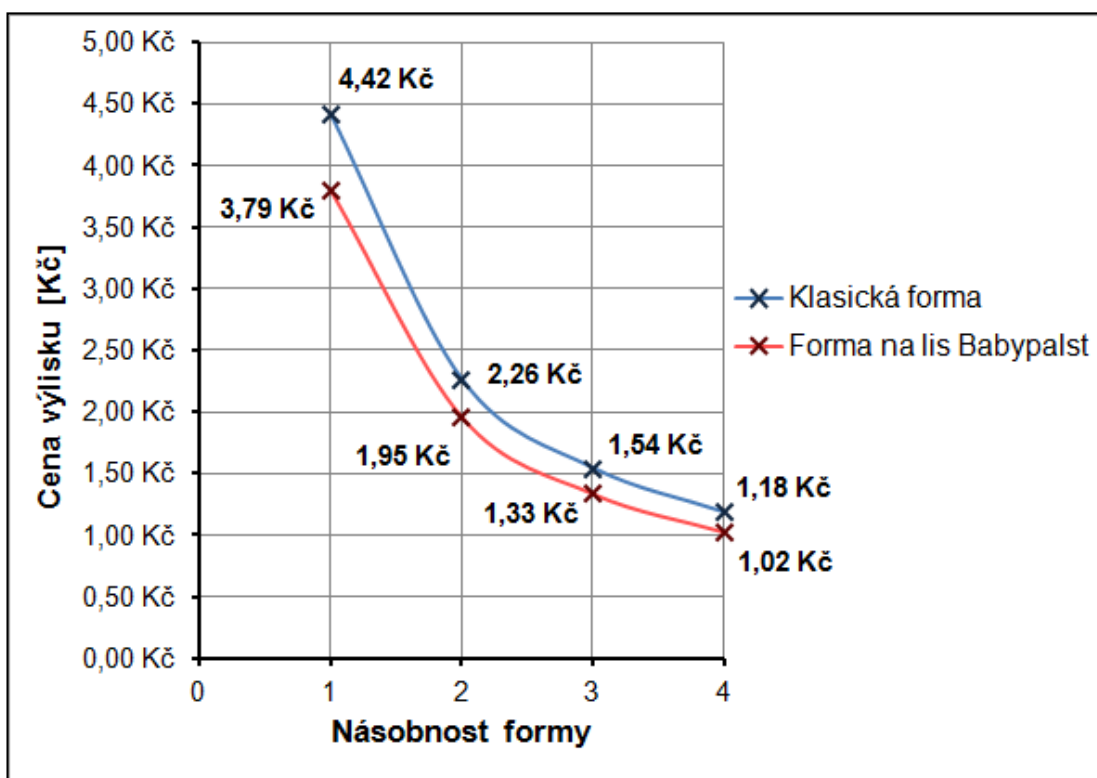
$$C_{celk} = ZN + C_{mat} \quad (4)$$

kde  $C_{celk}$  – celková cena jednoho výlisku [Kč]

$ZN$  – zpracovací náklady [Kč]

$C_{mat}$  – cena za materiál na výlisek [Kč]

Obrázek 4.2 graficky znázorňuje cenu výlisku „vodící lože“ v závislosti na násobnosti formy. Jak je vidět, cena výlisku vstřikovaného do formy na lise Babyplast je nižší než výroba na klasickém vstřikovacím stroji. Na rozdíl cen mají vliv různé náklady na pořízení lisu, které jsou na stroj Babyplast cca poloviční, ve srovnání s podobně velkým lisem jiného výrobce. Dále pak provozní náklady na chod stroje, které jsou u lisu Babyplast také nižší.



Obr. 4.2 Závislost ceny výlisku „vodící lože“ na násobnosti formy

## 5 Závěr

Bakalářská práce se skládá ze dvou částí, které se věnují vstřikování malých plastových dílů. Teoretická část se zabývá vstřikovacími stroji, zásadami při konstrukci vstřikovací formy a jejími funkčními systémy.

Velké množství firem se specializuje na výrobu vstřikovacích strojů. Uvedený přehled konkrétních modelů strojů, které umožňují vstřikovat malé množství taveniny (do 15 gramů), poukazuje na řadu zajímavostí ve vývoji lisů. Překvapivé jsou některé způsoby řešení konceptu vstřikovacího stroje, hlavně v kategorii miniaturních. Lišily se ve stavbě vstřikovací jednotky, způsobu uzavírání formy, celkové konstrukci stroje atd.

Podrobnější popis miniaturního vstřikovacího stroje Babyplast, který je jeden z nejmenších na trhu a řada českých firem ho používá, vystihuje jeho speciální vlastnosti i výhody.

Praktická část obsahuje ukázkou konstrukce formy na lis Babyplast. Skládá se pouze z upínacích, tvarových a vyhazovacích desek, vodících, spojovacích a vyhazovacích prvků. Výhodné je na její výrobu používat polotovary jednotlivých částí formy. Zkrátí se tím čas při návrhu v CAD programu, tak i čas samotného zhotovení. Struktura formy určené na stroj Babyplast dovoluje použití stejných požadavků jako u klasických forem, např. boční posuvné čelisti, horké vtokové systémy anebo různé způsoby vyhazování výlisků.

Při vstřikování malých plastových dílů je možnost si vybrat, jestli použít klasický vstřikovací stroj nebo miniaturní. Pokud složitost a velikost vstřikovaného dílu umožňuje zaformování do malé formy upínané na miniaturní stroj, je to vždy výhodnější. Protože cena formy, množství materiálu na výrobu formu, pořizovací investice vstřikovacího lisu a náklady na provoz stroje, se pak projeví v ceně výlisku. V každém případě tyto hodnoty u miniaturních vstřikovacích lisů jsou menší než užití klasických strojů. To je v dnešní době, kdy každého zajímá finanční stránka, docela důležité.

## 6 Seznam použité literatury a zdrojů

### **Monografie**

- [1] ZEMAN, Lubomír. *Vstřikování plastů*. Praha: BEN - technická literatura, 2009. ISBN 978-80-7300-250-3.
- [2] SOVA, M. a Krebs, J. *Termoplasty v praxi: Praktická příručka pro: konstruktéry, výrobce, zpracovatele a uživatele termoplastů*. Praha: Verlag Dashöfer, 2001. ISBN 80-86229-15-7.

### **Internetové odkazy**

- [3] ARBURG GmbH + Co KG. [online]. [cit. 2012-04-02]. Dostupné z WWW: <[http://www.arburg.com/com/COM/en/products/machines/standard/allrounder\\_s/index.jsp](http://www.arburg.com/com/COM/en/products/machines/standard/allrounder_s/index.jsp)>.
- [4] Battenfeld IMT. [online]. [cit. 2012-04-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.battenfeld-imt.com/en/maschinen/baureihen/hydraulisch/hm-35t-500t.html>>.
- [5] Sumitomo (SHI) Demag Plastics Machinery GmbH. [online]. [cit. 2012-04-02]. Dostupné z WWW: <[http://www.sumitomo-shi-demag.eu/en/products/electrical\\_machines/se/](http://www.sumitomo-shi-demag.eu/en/products/electrical_machines/se/)>.
- [6] Battenfeld IMT. [online]. [cit. 2012-04-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.battenfeld-imt.com/en/maschinen/baureihen/micro.html>>.
- [7] Desma. [online]. [cit. 2012-04-08]. Dostupné z WWW: <[http://www.desma-tec.de/en/machines/micro\\_injection/micro\\_injection.php](http://www.desma-tec.de/en/machines/micro_injection/micro_injection.php)>.
- [8] Otto Männer Holding AG. [online]. [cit. 2012-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.maenner-group.com/text2/233/en/hot-runner/micro-molding-systems/micro-maen-50.html>>.
- [9] Rondol Technology. [online]. [cit. 2012-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.rondol.com/products/34/injection-moulding-machines.html>>.

[10] Babyplast. [online]. [cit. 2012-03-10]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.babyplast.com/>>.

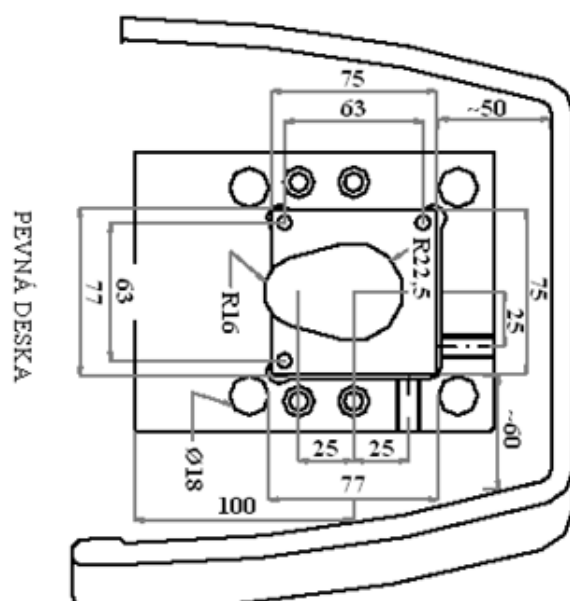
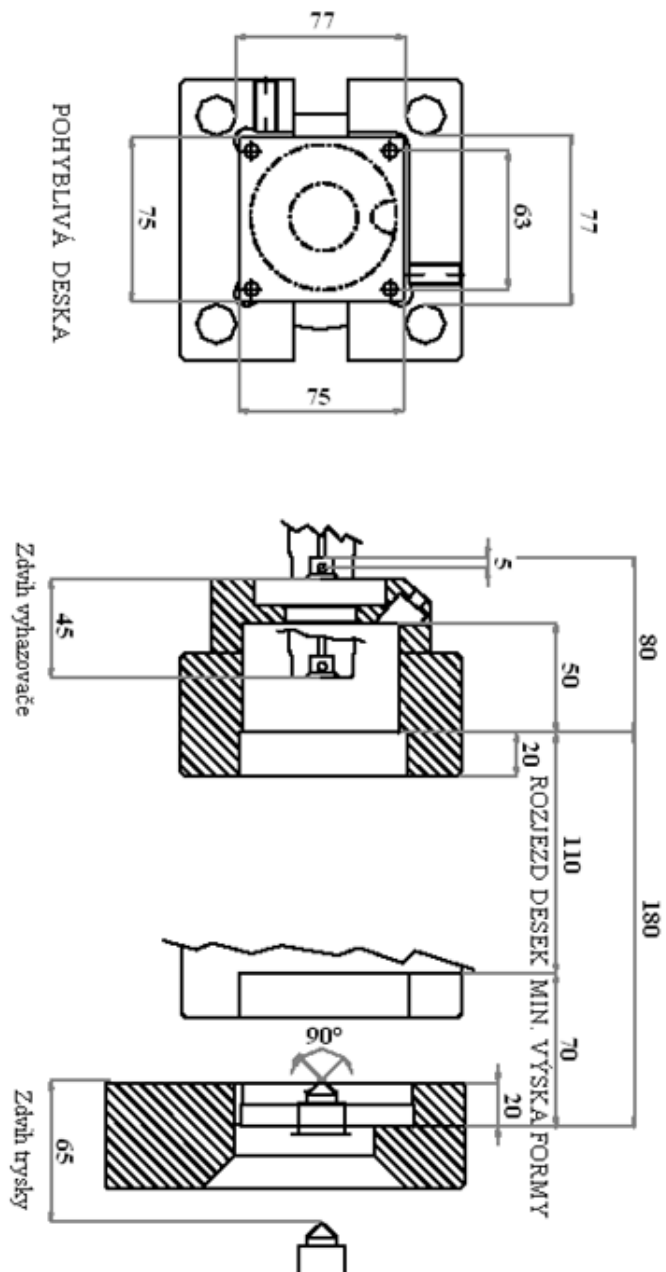
[11] Babyplast UK. [online]. [cit. 2012-03-10]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.babyplast.net/>>.

## **7 Seznam příloh**

Příloha č. 1      Rozměry desek lisu Babyplast 6/10 P

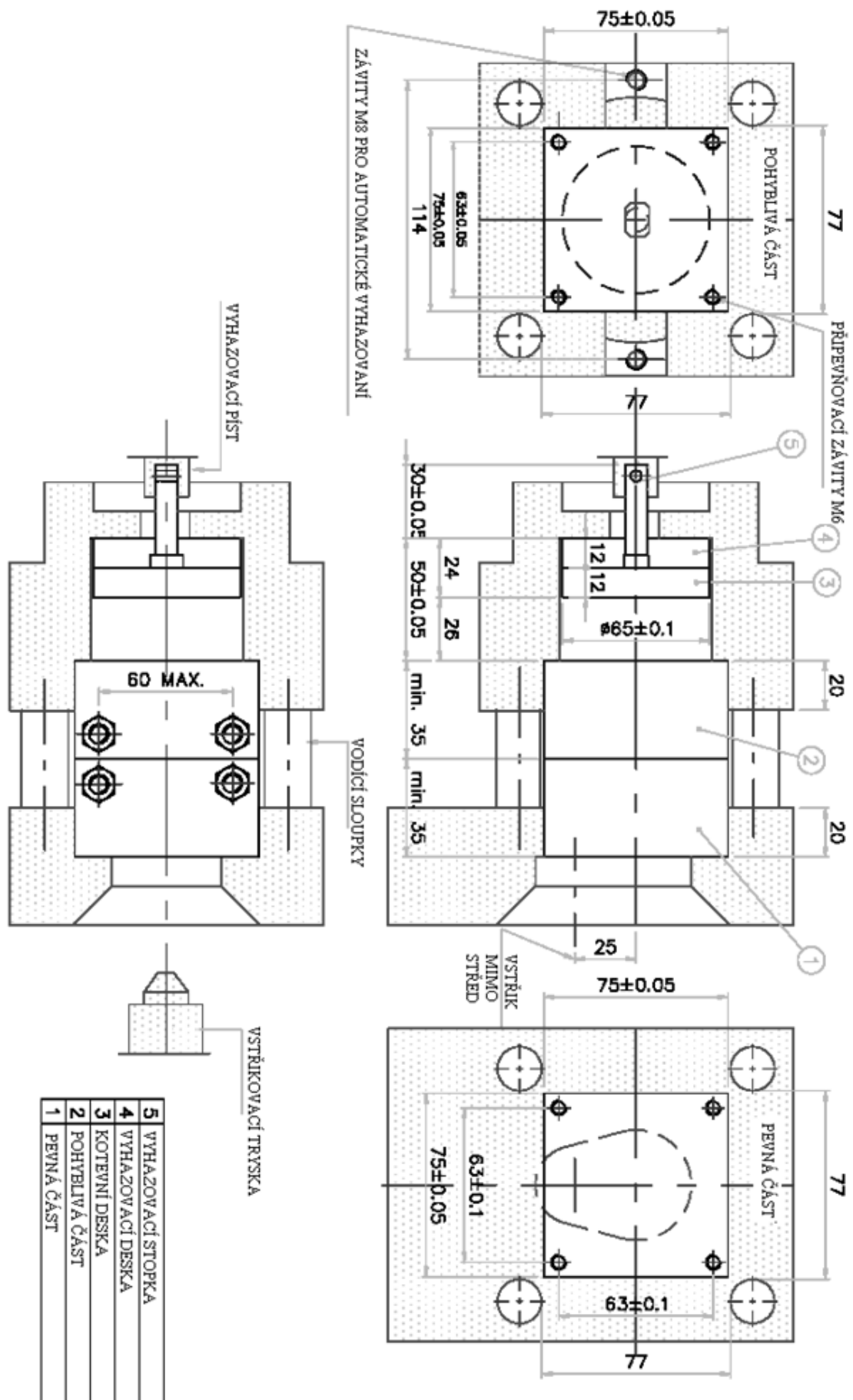
Příloha č. 2      Rozměry desek lisu Babyplast 6/10 P se vstříkovací formou

# Příloha č. 1 - ROZMĚRY DESEK LISU BABYPLAST 6/10 P





Příloha č. 2 - ROZMĚRY DESEK LISU BABYPLAST 6/10 P SE  
VSTŘIKOVACÍ FORMOU



## **Prohlášení**

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum: 25. 05. 2012

Podpis:

## **Declaration**

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant.

Date: 25 May 2012

Signature: